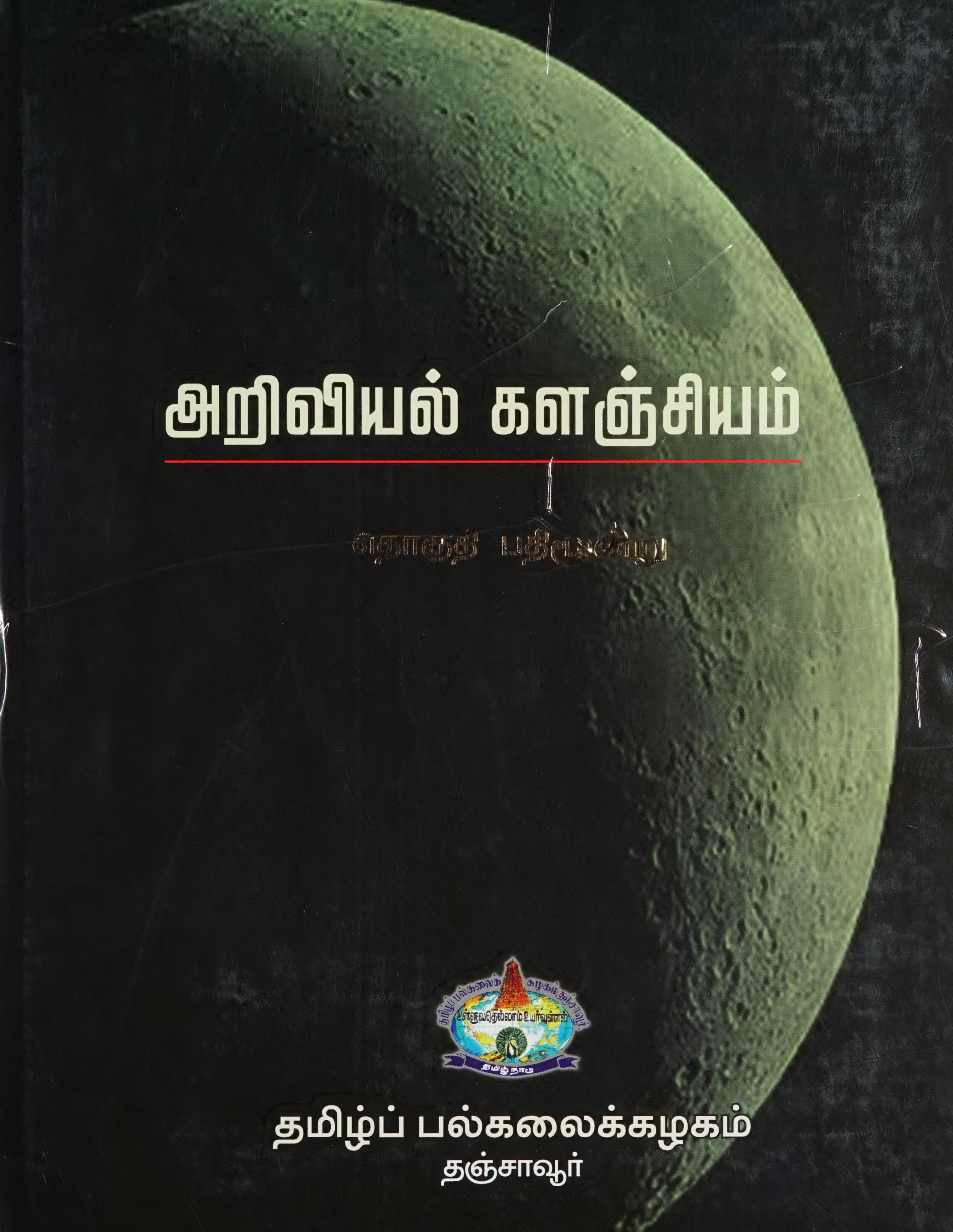


அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி பதின்மூன்று

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்

Digitized by the Internet Archive
in 2022 with funding from
University of Toronto Scarborough Library

https://archive.org/details/scienceencyloped13unse

அறிவியல் களஞ்சியம்

அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி பதின்மூன்று

(நகம் - நீறுபூத்தல்)

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்

ISBN : 81-7090-311-4

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக வெளியீடு : 251

திருவள்ளுவராண்டு 2034, சித்திரை - ஏப்பிரல் 2003

நூல்	:	அறிவியல் களஞ்சியம் தொகுதி - 13
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர்	:	பேரா. எம்.எஸ். கோவிந்தசாமி
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பொறுப்பு)	:	முனைவர் நே. ஜோசப்
மொழி	:	தமிழ்
பொருள்	:	களஞ்சியம்
பதிப்பு	:	முதற்பதிப்பு 2003 மறுபதிப்பு 2007
பக்கம்	:	950
தாள்	:	எஸ்.பி.பி. சூப்பர்பைன் 60 ஜிஎஸ்எம் (16 கி)
அளவு	:	1/4 டெம்மி
நூற்கட்டுமானம்	:	முழு காலிகோ
விலை	:	**உரூ. 800.00**
படிகள்	:	500
அச்சு	:	ஹேமமாலா சிண்டிகேட், சிவகாசி.

அறிவியல் களஞ்சியம்

வேந்தர்
மேதகு பி.எஸ். இராம்மோகன்ராவ்
ஆளுநர், தமிழ் நாடு

புரவலர்
மாண்புமிகு முதல்வர் டாக்டர் ஜெ. ஜெயலலிதா
தமிழ் நாடு

இணைவேந்தர்
மாண்புமிகு செ. செம்மலை
நல்வாழ்வு மற்றும் கல்வி அமைச்சர், தமிழ் நாடு

துணைவேந்தர்
முனைவர் இ. சுந்தரமூர்த்தி

முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர்
பேராசிரியர் எம்.எஸ். கோவிந்தசாமி

முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பொறுப்பு)
முனைவர் நே. ஜோசப்

பதிப்புக்குழு

முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர்	:	பேராசிரியர் எம்.எஸ். கோவிந்தசாமி
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பொறுப்பு)	:	முனைவர் நே. ஜோசப் களஞ்சிய மையம் தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம் தஞ்சாவூர்.
ஆய்வு உதவியாளர்கள்	:	திரு த. தெய்வீகன் வேதியியல் முனைவர் அர. கமலதியாகராசன் முதன்மைப் பதிப்பாசிரியரின் துறை திரு பெ. துரைசாமி இயற்பியல், கணிதம் செல்வி இரா. இந்து எந்திர, மின் மற்றும் மின்னணுப் பொறியியல் திருமதி க. சித்திராதேவி பொதுப் பொறியியல், நிலவியல்
ஓவியர்	:	திரு இரெ. அன்பரசன்

நன்றியறிவிப்பு

ENCYLOPAEDIAS

கலைக்களஞ்சியம்
தமிழ் வளர்ச்சிக் கழக வெளியீடு
சென்னை.

Encyclopaedia Britannica
Encyclopaedia Britannica Inc.
London.

Encyclopaedia Americana
Americana Corporation
Danbury, Connecticut 06816.

The New Caxton Encyclopaedia
The Caxton Publishing Company Ltd.
London.

The Collier's Encyclopaedia
MacDonald rain Tree Inc.
Purnell Reference Books Division
Orbis Publishing Limited
London.

Grzimek's Animal Life Encyclopaedia
Von Nostrand Reinhold Company
New York.

The New Book of Popular Science
Grolier Inc.
Danbury, Connecticut 06816.

The International Wild Life Encyclopaedia
Marshall Cavendish Corporation
New York.

The New Book of Knowledge
Arolier Inc.
London.

The Hamlyn Children's Animal World
Encyclopaedia in colour
The Hamlyn Publishing group Ltd.
London.

கலைச்சொற்கள்

பொறியியல்
மருத்துவக் கலைச்சொற்பட்டியல்கள்
அறிவியல் தமிழ் மற்றும் தமிழ் வளர்ச்சித்துறை
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 005.

ஜி. ஆர். தாமோதரன்
கலைச்சொல் அகராதி
பகுதிகள் 1, 2, 3
கலைக்கதிர் வெளியீடு
கோயம்புத்தூர் - 641 037.

நன்றியுரை

அறிவியல் களஞ்சியம் பதின்மூன்றாம் தொகுதியை வெளியிடுவதற்கு அனைத்து நிலைகளிலும் ஆக்கமும் ஊக்கமும் அளித்துத் துணைநின்ற மதிப்புயர் முன்னைத் துணைவேந்தர் முனைவர் கதிர் மகாதேவன் அவர்களுக்கு என் நன்றியினைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன்.

இத்தொகுதி வெளியிடுவதற்கு உரிய உதவி புரிந்து ஊக்கமளித்த பல்கலைக்கழக முன்னைப் பதிவாளர் (பொறுப்பு) முனைவர் கு.வெ. பாலசுப்பிரமணியன் அவர்கட்கு என் நன்றியினைப் புலப்படுத்திக் கொள்கிறேன்.

இத்தொகுதி ஆக்கத்தின்போது பங்களிப்புச் செய்த முன்னை முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் பேராசிரியர் எம்.எஸ். கோவிந்தசாமி அவர்கட்கும், கட்டுரைகளை எழுதி வழங்கிய கட்டுரையாளர்களுக்கும், அவற்றைச் சீர்செய்த வல்லுநர்களுக்கும் நன்றியினைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன். முதுநிலை ஆசிரியர்கள் திரு நா. காமராஜ், திரு வை. தியாகராஜன் ஆகியோருக்கும் என் நன்றி.

இத்தொகுதி வெளிவருவதற்கு ஈடுபாட்டோடு உதவிபுரிந்த பதிப்புத்துறை இயக்குநர் (பொறுப்பு) முதுமுனைவர் ம.சா. அறிவுடைநம்பி அவர்கட்கும், அச்சகப் பதிப்புத்துறையினருக்கும் என் நன்றியினை உரித்தாக்கிக் கொள்கிறேன்.

தஞ்சாவூர்
20.12.2001

முனைவர் நே. ஜோசப்
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பொறுப்பு)

வல்லுநர் குழு

இயற்பியல்

முனைவர் ச. சம்பத்
இயற்பியல் பேராசிரியர்
மண்டலப் பொறியியற் கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 015.

முனைவர் வெ. ராதாகிருஷ்ணன்
இயற்பியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசுக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005.

முனைவர் வி. ஜோசப்
இயற்பியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசுக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005.

கணிதவியல், புள்ளியியல், வானியல்

மேஜர் எம். அரவாண்டி
27 புதுக் குடியிருப்பு
மன்னார்புரம்,
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 020.

திரு ஏ.வி. சீனிவாசன்
முதல்வர்
ஈ.வெ.ரா. அரசுக் கலைக்கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 020.

தாவரவியல்

முனைவர் கோ. அர்ச்சுனன்
146, நிஜாம் குடியிருப்பு
புதுக்கோட்டை - 622 001.

திரு நா. வெங்கடேசன்
தாவரவியல் பேராசிரியர்
ம.இரா. அரசுக் கலைக்கல்லூரி
மன்னார்குடி - 614 001

நிலவியல்

திரு அ. மோகனகிருஷ்ணன்
முதன்மைப் பொறியாளர் (ஓய்வு)
48, ஏ.கே. பகுதி
அண்ணா நகர்
சென்னை - 600 040.

திரு ஞா. விக்டர் இராசமாணிக்கம்
பேராசிரியர் மற்றும் துறைத் தலைவர்
தொழில் மற்றும் நில அறிவியல் துறை
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 005.

திரு இல. வைத்திலிங்கம்
நிலப் பொறியியல் துணைப் பேராசிரியர்
அழகப்பா கலைக் கல்லூரி
காரைக்குடி - 623 004.

பொறியியல் (எந்திரம்)

திரு கே.ஆர். கோவிந்தன்
முதல்வர்
ஜெயராம் பொறியியல் மற்றும்
தொழில் நுட்பக் கல்லூரி
துறையூர்
திருச்சிராப்பள்ளி - 621 014.

திரு ப. அர. நக்கீரன்
விரிவுரையாளர்
உற்பத்தித் தொழில்நுட்பவியல்
சென்னைத் தொழில்நுட்பக் கழகம்
குரோம்பேட்டை
சென்னை - 600 046.

திரு சு. முத்து, நெல்லை
அறிவியலார்
திட உந்துப் பொறிகள் திட்டக் குழுவகம்
ஷார் விண்வெளி மையம்
ஸ்ரீஹரிக்கோட்டா - 524 124.

பொறியியல் (பொது)

திரு அ. மோகனகிருஷ்ணன்
முதன்மைப் பொறியாளர் (ஓய்வு)
48, ஏ.கே. பகுதி
அண்ணா நகர்
சென்னை - 600 040.

திரு இல. வைத்திலிங்கம்
துணைப் பேராசிரியர்
நிலப் பொறியியல்
அழகப்பா கலைக் கல்லூரி
காரைக்குடி - 623 004.

பொறியியல் (மின்)

முனைவர் வெ. இராதாகிருஷ்ணன்
இயற்பியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசுக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005.

முனைவர் செ.வை. சாம்பசிவம்
உதவிப் பேராசிரியர்
அரசுப் பொறியியல் கல்லூரி
சேலம் - 636 011.

மருத்துவம் (கால்நடை)

டாக்டர் மு. சேகர்
உதவிப் பேராசிரியர்
கால்நடை ஆராய்ச்சி நிலையம்
காட்டுப்பாக்கம்
செங்கல்பட்டு - 603 203.

மருத்துவம் (பொது)

டாக்டர் பி.கி. சிவராமன்
குணாலயம்
101, ராஜாஜி நகர்
மருத்துவக்கல்லூரிச் சாலை
தஞ்சாவூர் - 613 004.

விலங்கியல், கடலியல்

திரு கோவி. இராமசுவாமி
விலங்கியல் பேராசிரியர்
அ.வ.அ. கல்லூரி
மன்னம்பந்தல்
மயிலாடுதுறை - 609 305.

திரு துரை. சுந்தரமூர்த்தி
விலங்கியல் பேராசிரியர்
அ.ப.க.ப. கல்லூரி
பழனி - 624 601.

திரு சு. தங்கவேலு
விலங்கியல் முதுகலைப் பேராசிரியர்
ஜமால் முகமது கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 020.

திரு வீ. தமிழரசன்
தேர்வுநிலை விரிவுரையாளர்
விலங்கியல் துறை
மன்னர் சரபோஜி அரசுக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005.

வேதியியல்

திரு ருத்ர. துளசிதாஸ்
வேதியியல் துறை
29 பி. முத்துசாமி நகர்
சிவகங்கை - 623 560.

கட்டுரையாளர்கள்

முனைவர் மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்
வேதியியல் பேராசிரியர்
வேதியியல் பொறியியற் கல்லூரி
திருநெல்வேலி - 627 007.

இயற்பியல்

திரு அ.மு. அக்பர் அலிகான்
இயற்பியல் உதவிப் பேராசிரியர்
சி. அப்துல் அக்கீம் கல்லூரி
மேல்விசாரம் - 632 509.

திரு பொ. குமரேசன்
இயற்பியல் பேராசிரியர்
விவேகானந்தா கல்லூரி
அகத்தீசுவரம் - 629 701.
கன்னியாகுமரி மாவட்டம்.

திரு எம்.எஸ். கோவிந்தசாமி
எண் 1 அண்ணா நகர்
த.நா. மின்வாரியக் குடியிருப்பு
நாஞ்சிக்கோட்டைச் சாலை
தஞ்சாவூர் - 613 006.

திருமதி க. சித்திராதேவி
களஞ்சிய மையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 005.

திரு மூ.நா. சீனிவாசன்
இயற்பியல் பேராசிரியர்
சி. அப்துல் அக்கீம் கல்லூரி
மேல்விசாரம் - 632 509.

திரு ஜா. சுதாகர்
13 பழைய அஞ்சல் நிலையத் தெரு
வடக்கன்குளம்
திருநெல்வேலி மாவட்டம் - 627 116.

திரு அ. சுந்தரவேலுச்சாமி
இயற்பியல் துணைப் பேராசிரியர்
அரசுக் கலைக்கல்லூரி
கரூர் - 639 005.

திரு பெ. துரைசாமி
களஞ்சிய மையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 005.

திரு ரா. நாகராஜன்
இயற்பியல் பேராசிரியர்
ம. இரா. அரசினர் கலைக்கல்லூரி
மன்னார்குடி - 614 001.

திரு கொ.சு. மகாதேவன்
சென்னை - 600 001.

முனைவர் மெ. மெய்யப்பன்
41 தேவாலயம் முதல் வீதி
திருவள்ளுவர் நகர்
காரைக்குடி - 623 001.

திரு கே.என். ராமச்சந்திரன்
2024 அய்யன்குளம் கிழக்குக் கரை
சகாநாயக்கன் தெரு
தஞ்சாவூர் - 613 001.

திரு இல. வைத்தியலிங்கம்
நிலப் பொறியியல் துணைப் பேராசிரியர்
அழகப்பா கலைக் கல்லூரி
காரைக்குடி - 623 001.

கணிதம், புள்ளியியல், வானியல்

மேஜர் எம். அரவாண்டி
27 புதுக்குடியிருப்பு
மன்னார்புரம்
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 020.

திரு கோ. சண்முகசுந்தரம்
முதல்வர் (ஓய்வு)
ஜி.டி.என். கலைக்கல்லூரி
திண்டுக்கல் - 624 001.

திரு எஸ். சபாபதி
கணிதவியல் பேராசிரியர்
பெரியார் ஈ.வெ.ரா. அரசுக்கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 020.

திரு பெ. துரைசாமி
களஞ்சிய மையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 005.

திருமதி பங்கஜம் கணேசன்
1 யாகப்பா நகர்
தஞ்சாவூர் - 613 007.

திரு மு. மூர்த்தி
கணிதவியல் துணைப் பேராசிரியர்
அரசினர் கலைக்கல்லூரி
கோயம்புத்தூர் - 641 018.

திரு கே.என். ராமச்சந்திரன்
2024, அய்யன்குளம் கிழக்குக் கரை
சகாநாயக்கன் தெரு
தஞ்சாவூர் - 613 001.

திரு பெ. வடிவேல்
அரியலூர்.

தாவரவியல்

முனைவர் கோ. அர்ச்சுனன்
இயக்குநர்
தேசிய பயிறுவகை ஆராய்ச்சி மையம்
வம்பன்
புதுக்கோட்டை மாவட்டம் - 622 303.

திரு இராபின்சன் தாமஸ்
தஞ்சாவூர் - 613 001.

பேராசிரியர் கா. இராஜசேகரன்
தாவரவியல் பேராசிரியர்
வேளாண் பொறியியல் கல்லூரி
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர் - 641 003.

திரு சிவ. சந்தானபோஸ்
காட்டுத்தோட்டம்
தஞ்சாவூர் - 613 001.

திரு கா. சிவப்பிரகாசம்
பயிர் நோயியல் துறைப் பேராசிரியர்
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர் - 641 003.

திரு வ. சீனுவாசன்
ஃபார்ம் பிராடக்ட்ஸ் பிரைவேட் லிமிடெட்
மருத்துவக் கல்லூரிச்சாலை
தஞ்சாவூர் - 613 007.

திரு சி. செல்வராஜ்
உதவிப் பேராசிரியர் தாவரவியல்
அரசுக் கலைக்கல்லூரி
அரியலூர் - 621 713.

திரு கே.ஆர். திருவேங்கடசாமி
87சி, அழகப்பா சாலை
புரசைவாக்கம்
சென்னை - 600 084.

திரு கு. பத்மநாபன்
5 திவ்ய பிரபந்தத் தெரு
வண்ணாரப்பேட்டை
திருநெல்வேலி - 627 002.

திரு கே.ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்
பகுதி 12 அகத்திய நகர்
வில்லிவாக்கம்
சென்னை - 600 049.

திரு டி.என். மாணிக்கம்
உழவியல் பேராசிரியர்
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர் - 641 003.

திரு ஆர். லட்சுமணநாதன்
செங்கரடு
தேக்கம்பட்டி அஞ்சல்
ஓமலூர் வட்டம்
சேலம் மாவட்டம்.

திரு எல். வசந்த்சிங்
தாவரவியல் பேராசிரியர்
அரசினர் கலைக்கல்லூரி
கிருஷ்ணகிரி - 635 001.

திரு நா. வெங்கடேசன்
தாவரவியல் துறைத்தலைவர்
ம.இரா. அரசினர் கலைக்கல்லூரி
மன்னார்குடி - 614 001.

திரு தி. ஸ்ரீகணேசன்
தாவரவியல் பேராசிரியர்
மதுரைக் கல்லூரி
மதுரை - 625 011.

நிலவியல்

திரு அ.வே. உடையனப் பிள்ளை
நிலவியல் பேராசிரியர்
வ.உ.சி. கலைக்கல்லூரி
தூத்துக்குடி - 628 001.

திருமதி க. சித்திராதேவி
களஞ்சிய மையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 005.

திரு ம. சிவக்குமரன்
சுரங்க இயக்குநர் அலுவலகம்
நெய்வேலி பழுப்பு நிலக்கரி நிறுவனம்
நெய்வேலி - 607 001.

திரு என். முத்துக்கிருஷ்ணன்
ஆஞ்சுநேயர் நகர்
கோவில்பட்டித் தெரு
மணப்பாறை - 621 312.

திரு மு. ராமச்சந்திரன்
சென்னை - 600 001.

திரு மு. ராமசாமி
துணை இயக்குநர்
நில அறிவியல் மற்றும் சுரங்கத்துறை
16 ஏழாவது குறுக்குத் தெரு
அருளானந்த நகர்
தஞ்சாவூர் - 613 007.

பொறியியல் (எந்திரம்)

திரு மு. அண்ணாமலை
துணைப் பேராசிரியர் - எந்திரவியல் துறை
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
சேலம் - 636 011.

திருமதி வா. அனுசுயா
சென்னை - 600 011.

செல்வி இரா. இந்து
களஞ்சிய மையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 005.

திரு ஜி. இராமசாமி
உதவிப் பொறியாளர்
4 தாம்சன் கட்டடம்
திருவல்லிக்கேணி
சென்னை - 600 005.

திரு ஜி. கண்ணன்
சி.வி.சி.டி இல்லம்
கானாடுகாத்தான் - 623 103.

திரு கே.ஆர். கோவிந்தன்
முதல்வர்
ஜெயராம் பொறியியல் மற்றும்
தொழில்நுட்பக் கல்லூரி
துறையூர்
திருச்சிராப்பள்ளி - 621 014.

திரு வி. சண்முகசுந்தரம்
எந்திரவியல் துறை
தியாகராஜர் தொழில்நுட்பக் கல்லூரி
சேலம் - 636 005.

திரு ஏ.ஆர். சனார்த்தனம்
மதிப்பீட்டாளர்
உதவிச் செயற்பொறியாளர் அலுவலகம்
தமிழ்நாடு மின்சார வாரியம்
மதுரை - 625 001.

திரு சு. முத்து நெல்லை
அறிவியலார்
திட உந்துப் பொறிகள் திட்டக் குழுவகம்
ஷார் விண்வெளி மையம்
ஸ்ரீஹரிக்கோட்டா - 524 124.

திரு கி.மு. மோகன்
வேதியியல் பேராசிரியர்
ஆதிபராசக்தி பொறியியல் கல்லூரி
மேல்மருவத்தூர் - 603 301.

திரு வெ. ஸ்ரீதர்
வைகநல்லூர்
மணப்பாறைச் சாலை
குளித்தலை அஞ்சல்
திருச்சிராப்பள்ளி - 639 104.

பொறியியல் (பொது)

திரு ஏ.எஸ்.எஸ். சேகர்
துணைப் பேராசிரியர்
பொதுப் பொறியியல் துறை
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
திருநெல்வேலி - 627 003.

திரு கே.ஆர். திருவேங்கடசாமி
87சி அழகப்பா சாலை
புரசைவாக்கம்
சென்னை - 600 084.

திரு ஜெ.கு. தினகரன்
எண் 10 பிளாட் 16
ஆண்டாள் தெரு
ஐயப்பா நகர்
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 021.

திரு அ. மோகனகிருஷ்ணன்
முதன்மைப் பொறியாளர் (ஓய்வு)
48 ஏ.கே. பகுதி
அண்ணா நகர்
சென்னை - 600 040.

திரு கே.என். ராமச்சந்திரன்
2024 அய்யன் குளம் கிழக்குக்கரை
சகாநாயக்கன் தெரு
தஞ்சாவூர் - 613 001.

திரு அ. வீரப்பன்
உதவிச் செயற்பொறியாளர்
157 பெரிய தெரு
திருவல்லிக்கேணி
சென்னை - 600 005.

பொறியியல் (மின்)

திரு பொ. இராஜாமணி
தமிழ்நாடு மின்சார வாரியம்
கோ. புதூர்
மதுரை - 625 007.

திருமதி டி. சரோஜா
உதவி மின் பொறியாளர்
கோ. புதூர்
மதுரை - 625 007.

திரு உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை
1 சின்னசாமி சாஸ்திரி தெரு
வெங்கடாபுரம்
அம்பத்தூர்
சென்னை - 600 053.

திரு என். தியாகராஜன்
உதவிக் கோட்டப் பொறியாளர்
தமிழ்நாடு மின்சார வாரியம்
கோ. புதூர்
மதுரை - 625 007.

திரு கே.என். ராமச்சந்திரன்
2024 அய்யன்குளம் கிழக்குக்கரை
சகாநாயக்கன் தெரு
தஞ்சாவூர் - 613 001.

மருத்துவம் (கால்நடை)

டாக்டர் எஸ். இராம்பிரசாத்
முதன்மை மருத்துவர்
கால்நடைப் பெரு மருத்துவமனை
கும்பகோணம் - 612 021.

டாக்டர் ஆர். கோவிந்தராஜு
கால்நடை உதவி மருத்துவர்
நடமாடும் கால்நடை மருந்தகம்
ஈரோடு - 638 001.

டாக்டர் மு. சேகர்
முதுநிலை உதவிப் பேராசிரியர்
கால்நடை ஆராய்ச்சி நிலையம்
காட்டுப்பாக்கம்
செங்கல்பட்டு - 603 203.

டாக்டர் டி. நாராயணசாமி
கால்நடை உதவி மருத்துவர்
துணை இயக்குநர் அலுவலகம்
கால்நடை அபிவிருத்தி மற்றும் தீவனப் பெருக்கம்
தூத்துக்குடி - 628 001.

டாக்டர் வே. புருஷோத்தமன்
நுண்ணுயிரியல் துறைப் பேராசிரியர்
சென்னை கால்நடை மருத்துவக்கல்லூரி
சென்னை - 600 007.

டாக்டர் அ. ராஜேந்திரன்
அரசினர் கால்நடை மருந்தகம்
கால்நடைப் பராமரிப்புத் துறை
பட்டுக்கோட்டை - 614 601.

டாக்டர் இரா. வசந்தகுமார்
4/34 பி.வி. கோயில் தெரு
ராயபுரம்
சென்னை - 600 013.

மருத்துவம் (பொது)

டாக்டர் ச. ஆதித்தன்
ஈ 8 அலுவலர் குடியிருப்பு
ஜிப்மர்
பாண்டிச்சேரி - 605 001.

டாக்டர் மா.ஜெ. ஃபிரடெரிக் ஜோசப்
பொன்னகம்
பாம்பாட்டித் தெரு
தஞ்சாவூர் - 613 001.

டாக்டர் அ. கதிரேசன்
24 கோயில் தெரு
அழகப்பா நகர்
சென்னை - 600 010.

டாக்டர் மு.ப. கிருஷ்ணன்
637, 27ஆம் தெரு
கொரட்டூர்
சென்னை - 600 080.

டாக்டர் சாரதா கதிரேசன்
24 கோயில் தெரு
அழகப்பா நகர்
சென்னை - 600 010.

டாக்டர் பி.கி. சிவராமன்
குணாலயம்
101 ராஜாஜி நகர்
மருத்துவக் கல்லூரிச் சாலை
தஞ்சாவூர் - 613 004.

டாக்டர் சுதா சேஷய்யன்
8 சோமசுந்தரம் தெரு
குரோம்பேட்டை
சென்னை - 600 044.

டாக்டர் இரா. தனஞ்செயன்
பேராசிரியர் மருந்தியல் துறை
டாக்டர் ஏ.எல்.எஸ். அடிப்படை அறிவியல் முதுகலைப் படிப்பு மையம்
தரமணி
சென்னை - 600 113.

டாக்டர் மு. துளசிமணி
அரசு மருத்துவமனை
முதலியார் பேட்டை
புதுச்சேரி - 605 004.

டாக்டர் எம். பரமேஸ்வரன்
சி 261, திருநகர்
மதுரை - 625 011.

டாக்டர் மு.கி. பழனியப்பன்
635, 27ஆம் தெரு
கொரட்டூர்
சென்னை - 600 080.

டாக்டர் மீனா வாசுகிநாதன்
தஞ்சாவூர் - 613 001.

விலங்கியல், கடலியல்

திரு கே.கே. அருணாசலம்
சிதம்பரம் - 608 001.

திரு பா. ஆனந்தன்
விலங்கியல் பேராசிரியர்
பெரியார் கலைக்கல்லூரி
கடலூர் - 607 001.

திரு கோவி. இராமசுவாமி
விலங்கியல் துணைப் பேராசிரியர்
ஏ.வி.சி. கல்லூரி
மன்னம்பந்தல்
மயிலாடுதுறை - 609 305.

திரு கே. இராசகோபாலன்
கடற்பொறியியல் துறைப் பேராசிரியர்
இந்தியத் தொழில்நுட்ப நிறுவனம்
சென்னை - 600 036.

முனைவர் ஞா. எட்வின் சந்திரசேகரன்
முதல்வர்
பிஷப் ஈபர் கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 017.

திரு தி. கண்ணப்பன்
விலங்கியல் துறை
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
அண்ணாமலை நகர் - 608 002.

திரு த. கண்ணுப்பாண்டி
கடல்வாழ் உயிரியல் உயராய்வு மையம்
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
அண்ணாமலை நகர் - 608 002.

திரு உ. கருப்பணன்
விலங்கியல் துறைப் பேராசிரியர்
அரசுக் கலைக்கல்லூரி
கோயம்புத்தூர் - 641 018.

திருமதி வெ. கிரிஜாபாய்
விலங்கியல் உதவிப் பேராசிரியை
பெரியார் கலைக் கல்லூரி
கடலூர் - 607 001.

முனைவர் ஆர். கிருஷ்ணன்
21 மூன்றாம் குறுக்குத் தெரு
தமிழ்நாடு வீட்டு வசதி வாரியக் குடியிருப்பு
வியாசர்பாடி
சென்னை - 600 039.

திரு பி. கோபாலகிருஷ்ணன்
துணைப் பேராசிரியர்
மீன்வளக் கல்லூரி
தூத்துக்குடி - 628 008.

திரு சதாசிவம்
உயிர் வேதியியல் பேராசிரியர்
377 - ஏ, தடாகம் சாலை
கோயம்புத்தூர் - 641 040.

திரு வீ. தமிழரசன்
தேர்வு நிலை விரிவுரையாளர் - விலங்கியல்
5 இளங்கோ வீதி
எழில் நகர்
தஞ்சாவூர் - 613 007.

திரு அ. நடராசன்
விலங்கியல் பேராசிரியர்
அ.வீ.வா.நி. திரு புட்பம் கல்லூரி
பூண்டி
தஞ்சாவூர் மாவட்டம் - 613 502.

திரு ஜி.எம். நடராசன்
விலங்கியல் பேராசிரியர்
அரசுக் கலைக் கல்லூரி
கோயம்புத்தூர் - 641 018.

திரு இரா. பக்தவத்சலம்
விலங்கியல் துணைப் பேராசிரியர்
அரசுக் கலைக் கல்லூரி
அரியலூர் - 621 713.

முனைவர் க. பாலசுப்பிரமணியன்
பேராசிரியர்
கடலியல் ஆய்வு நிலையம்
பரங்கிப்பேட்டை - 608 502.

திரு வி. பிரபாகர்
விலங்கியல் துணைப் பேராசிரியர்
பெரியார் கலைக் கல்லூரி
கடலூர் - 607 001.

திரு செ. மரியசூசைநாதன்
முதல்நிலை நூலகர்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 005.

முனைவர் இரா. சந்தானம்
இணைப்பேராசிரியர்
மீன்வளக் கல்லூரி
தூத்துக்குடி - 628 008.

முனைவர் சாமுவேல் பால்ராஜ்
துணைப் பேராசிரியர்
மீன்வள அறிவியல் துறை
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்
புதுச்சேரி - 605 010.

திரு அ. சிவானந்தம்
33 தஞ்சை மருத்துவமனை விடுதி
மருத்துவக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 004.

திரு துரை. சுந்தரமூர்த்தி
விலங்கியல் பேராசிரியர்
அருள்மிகு பழனியாண்டவர் கலை மற்றும்
பண்பாட்டுக் கல்லூரி
பழனி - 624 602.

முனைவர் வீ. சுந்தர்ராஜ்
இணைப் பேராசிரியர்
மீன்வளர் கல்லூரி
தூத்துக்குடி - 628 008.

திருமதி எம்.ஹெச். சுபாஷிணி
விலங்கியல் துணைப் பேராசிரியை
பாரதி மகளிர் கல்லூரி
சென்னை - 600 108.

திரு சு. தங்கவேல்
விலங்கியல் பேராசிரியர்
ஜமால் முகமது கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 020

திருமதி மல்லிகா முருகையன்
விலங்கியல் பேராசிரியை
குந்தவை நாச்சியார் அரசினர் மகளிர் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005.

முனைவர் சா. முத்தழகு
விலங்கியல் விரிவுரையாளர்
அரசுக் கலைக்கல்லூரி
கிருஷ்ணகிரி - 635 001.

திரு ம.அ. மோகன்
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 001.

திரு என். ராமலிங்கம்
விலங்கியல் பேராசிரியர்
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
அண்ணாமலை நகர் - 608 002.

திரு ஜி. லட்சுமணன்
விலங்கியல் பேராசிரியர்
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
அண்ணாமலை நகர் - 608 002.

திரு கே. வாசுதேவன்
விலங்கியல் துறை
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
அண்ணாமலை நகர் - 608 002.

முனைவர் ஞா. விக்டர் இராசமாணிக்கம்
பேராசிரியர் மற்றும் துறைத் தலைவர்
தொழில் மற்றும் நில அறிவியல் துறை
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 005.

திரு வெங்கடேசன்
கடலியல் துறை
தேசிய கடலியல் நிறுவனம்
கோவா - 403 004.

திரு அ. சண்முகம்
கடல்வாழ் உயிரின ஆய்வு மையம்
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
பரங்கிப்பேட்டை - 608 502.

திரு ஞா. ஸ்ரீதரன்
விலங்கியல் விரிவுரையாளர்
மன்னர் சரபோஜி அரசுக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005.

திரு ஸ்ரீராமன்
கடல்வாழ் உயிரின ஆய்வு மையம்
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
பரங்கிப்பேட்டை - 608 502.

முனைவர் ஜெரால்டின் ஃபிலிப்
விலங்கியல் துணைப் பேராசிரியை
குந்தவை நாச்சியார் அரசினர் மகளிர் கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005.

திரு இரா. ஜேம்ஸ்
விலங்கியல் பேராசிரியர்
வ.உ.சி. கல்லூரி
தூத்துக்குடி - 628 008.

வேதியியல்

திருமதி ஊ.து. இராஜம்மா
வேதியியல் துறை
பாரதியார் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர் - 641 046.

திரு கே.ஆர். கங்காதரன்
வேதியியல் துணைப் பேராசிரியர்
சேதுபதி அரசினர் கல்லூரி
இராமநாதபுரம் - 623 502.

திருமதி சு. சித்ரா
வேதியியல் துறை
பாரதியார் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர் - 641 046.

திருமதி க. சிவகாமி
வேதியியல் துறை
பாரதியார் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர் - 641 046.

திரு வை. சின்னசாமி
வேதியியல் துணைப் பேராசிரியர்
இராமகிருஷ்ணா வித்யாசாலா கலைக்கல்லூரி
கோயம்புத்தூர் - 641 046.

திருமதி பி. சுசீலா
வேதியியல் துணைப் பேராசிரியை
வெள்ளாளர் பெண்கள் கலைக்கல்லூரி
ஈரோடு - 638 001.

முனைவர் சூரியநாராயணன்
வேதியியல் பேராசிரியர்
மாமன்னர் அரசுக் கல்லூரி
புதுக்கோட்டை - 622 001.

திரு ஆர். சென்னகேசவன்
வேதியியல் பேராசிரியர்
சி.நா. கல்லூரி
ஈரோடு - 638 004.

திரு ருத்ர. துளசிதாஸ்
வேதியியல் துணைப் பேராசிரியர்
29 பி முத்துசாமி நகர்
சிவகங்கை - 623 560.

திரு த. தெய்வீகன்
களஞ்சிய மையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 005.

முனைவர் மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்
வேதியியல் பேராசிரியர்
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
திருநெல்வேலி - 627 007.

திருமதி செ. மாலதி
வேதியியல் துணைப் பேராசிரியை
அலமேலு அங்கப்பன் கல்லூரி
குமாரபாளையம்.

முனைவர் ம. முருகேசன்
வேதியியல் பேராசிரியர்
பூ.சா.கோ. கலை அறிவியல் கல்லூரி
கோயம்புத்தூர் - 641 014.

திரு ந. ஜெயக்குமார்
வேதியியல் துறை
பாரதியார் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர் - 641 046.

அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி பதின்மூன்று

நகம்

எலும்பை ஒத்த கடினமான நகங்கள் கை, கால் விரல்களின் நுனியில் வெளிப்புறம் காணப்படும். நகத்தின் நுனிப்பகுதி தனியாகத் துருத்திக் கொண்டிருக்கும். தோல் இங்கு இணையும் பகுதி முன் நகத்தோல் (hyponychium) எனப்படும். நகத்தின் பின்புறமான வேர்ப் பகுதியில் தோல் மடிந்து நகமடிப்பு (nailfold) உருவாகியிருக்கும். இம்மடிப்பிலிருந்து நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் தோல் விளிம்பு பின்தோல் விளிம்பு (eponychium) எனப்படும். நகத்தின் பின்புறத்தில் உள்ள வெண்மையான பகுதியை (lunale) இது மூடியிருக்கும். நகத்தின் பக்கங்களில் தோல் மடிந்து நகச்சுவரை உண்டாக்கும். நகம் என்பது தோலின் ஒரு மாறுபட்ட தோற்றமே. ஆயினும், இது நகப்படுக்கையில் பதிக்கப்பட்டிருப்பதுடன், நகம் விழுந்தாலும், புதிதாக உண்டாகக்கூடிய தன்மையுடன் உள்ளது. நகம் வாரத்தில் 0.5மி.மீ. வளரக்கூடியது. தோலின் மேற்புறத்தில் புறச்செல்கள் நகமாக மாற்றப்படுகின்றன. அதன் வளர்ச்சி நாட்பட்ட நோய்கள், நகத்தில் விபத்து இவற்றால் பாதிக்கப்படும். கால் நகத்தைவிடக் கை நகம் நான்கு மடங்கு வேகமாக வளர்கிறது. தொடு உணர்ச்சிக்கும் இறுக்கமாகப் பிடிப்பதற்கும் நகம் உறுதுணையாயிருக்கிறது.

விரல்கள் நசுக்கப்படும்போது நகத்தின் கீழ்க் குருதி கெட்டிப்பட்டுவிடும். வலியுடன் நகத்தின் நிறம் கருஞ்சிவப்பாக மாறும். நகத்தில் துளையிட்டு இதனை நீக்கலாம். நகவேரை அடுத்துள்ள தோலில் தோன்றும் தொற்றை நகச்சுற்று (paranochya) என்பர். நுண்ணுயிர் எதிர்மருந்து கொடுத்துச் சீழை வெளியேற்றினால் நகம் பாதுகாக்கப்படும்.

- மா. ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

நகங்களைக் கொண்டு பல நோய் நிலைகளை அறுதியிடலாம். நகங்கள் மிகவும் வெண்மையாக இருந்தால் தீவிர சோகை எனவும், நீல நிறமாக இருந்தால் நீலம்பூத்தல் (cyanosis) எனவும் கொள்ளலாம். இந்நோய் பெரும்பாலும் பிறவி ஊனங்களிலும், நுரையீரல் நோய்களிலும் காணப்படும். மஞ்சள் காமாலையில் நகம் மஞ்சளாகக் காணப்படும். நகங்கள் தடித்துப் பருமனாக இருந்தால் அதை முண்டு நகங்கள் (clubbing) என்பர். இவற்றை கிளிமூக்கு வகை, முருங்கைக்காய் வகை என்று வகைப்படுத்துவர். இத்தகைய முண்டு நகங்கள் பெரும்பாலும் இதய நோய் நிலைகளிலும், நாட்பட்ட நுரையீரல் மண்டல நோய்களிலும் காணப்படுகின்றன. குறிப்பாகப் பிறவி இதய ஊன நோய்களிலும், நுரையீரல் புற்று, மூச்சு கிளைக் குழல் விரிவு ஆகியவற்றிலும் முண்டு நகங்கள் உண்டு.

நாட்பட்ட தொற்று நோய்கள், வலிமையிழக்கச் செய்யும் நோய்கள், சோகை ஆகியவற்றில் கரண்டி போன்று நகங்கள் குழிந்து காணப்படும் (koilonychia). கொக்கிப்புழு நோய் காரணமாக ஏற்படும் நக மாற்றங்களில் இது முக்கியமானது.

தீவிர முடக்குவாத இதய உள்ளுறை அழற்சியில் குருதிப் புள்ளிகள் இமை இணைச் சவ்வு, நகங்கள் ஆகியவற்றில் காணப்படுகின்றன. வைட்டமின் Aகுறை

நோயில் நகங்களை முட்டை ஓட்டு நகம் (egg shell nail) என்பர்.

- மு.கி.பழநியப்பன்

நகர்படி

காண்க : இயங்கும் படிக்கட்டு

நகர அமைப்புத் திட்டம்

இது நகரத்தில் அதன் நிலங்கள் மற்றும் சுற்றுப் புறங்களிலிருந்து பெருமளவிற்கு நன்மைகள் பெறும் வழியினை ஆராய்ந்து அறிந்து திட்டமிடலாகும். பொது அறிவும் கற்பனைத் திறனும் மிக்க பொறியாளர் அமைக்கும் நகர அமைப்பு வரைபடம் அந்நகரத்தில் வாழக்கூடிய அனைத்துவகை மக்களும் மிகுந்த அளவு வசதிகள் பெறும் வகையில் அமைக்கப்படும். கலை நயமும் அறிவியலும் இணைந்து சிக்கனமான அழகான நகரங்களைத் திறமையை வெளிப்படுத்தும் வகையில் பல வசதிகளுடன் சுகாதார முறையில் அமைக்கத் திட்டமிடலே நகர அமைப்புத் திட்டம் ஆகும்.

நகர அமைப்புத் திட்டமிடல் பணிக்குப் பொதுவியல், கலை நுட்பக் கட்டடவியல், நில அளவியல் ஆகிய துறைகளில் மிகுந்த பயிற்சி தேவை. சிறந்த முறையில் அமைக்கப்படும் நகரம் நாளடைவில் ஒழுங்கற்ற முறையில் பரவலாக்கப்படவும் முற்றிலும் சேதமுறவும் கூடும். சிறந்த நகர அமைப்பிற்குச் சில வழிமுறைகள் பின்பற்றப்பட வேண்டும். அமைக்கப்படும் நகரத்தைச் சுற்றிலும் நகர் வளர்ச்சி அடையத் தேவையான அளவு திறந்த வெளிக் காலியிடங்கள் விட்ட பின்பு பசுமையான மரங்கள் அடர்ந்த விளைச்சல் நிலங்களை எல்லைகளாக அமைக்க வேண்டும். இதன் மூலம் நகரத்தின் முழுமையான பரப்பளவு தீர்மானிக்கப்பட வேண்டும். அனைத்து வகை மக்களுக்கும் வசிப்பிடங்கள் அமைத்து மேற்கொண்டு குடிசைப்பகுதிகள் தோன்றாதவாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். குடிசைப் பகுதிகளை நீக்கி விட்டு அவர்களுக்காக வேறு இடங்களில் கட்டடங்கள் கட்ட வழி வேண்டும்.

பொதுக் கட்டடங்கள் சீரான வகையில் அனைவருக்கும் பயன்தரும் வகையிலும் மொத்தமாகவும், பரவலாகவும் கட்டப்பட வேண்டும். ஒரே இடத்தில் அனைத்து முக்கியமான பொதுக்கட்டடங்களையும் கட்டுவதைத் தவிர்க்க வேண்டும். நகரத்தின் பரப்பளவுக்கு ஏற்ற வகையிலும், மக்கள் தொகைக்கு ஏற்ற வகையிலும் கேளிக்கைக்கூடங்கள், விளையாட்டுத் திடல், பூங்காக்கள் முதலியவற்றை அமைக்க வேண்டும். நகர அமைப்புத் திட்டமிடல் என்பது பணியின் திறமை, சாலை அமைப்புகளின் மூலம் வெளிப்படக்கூடியது. நன்முறையில் அமைக்கப்பட்ட சாலையும், வழித்தடங்களும் மக்களின் மனத்தைக் கவரக்கூடியனவாகவும், சுற்றுலாப் பயணிகளுக்கு வசதியைத் தருவனவாகவும் அமையும். நகரத்தின் அனைத்து இடங்களையும் இணைக்கும் போக்குவரத்து வசதிகளைச் செய்ய வேண்டும்.

நகரத்தின் மொத்த பரப்பளவு பல பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு ஒவ்வொரு பகுதியும் தனித்தன்மை கொண்டிருக்கவேண்டும். வணிகப் பகுதி, தொழிற்சாலைப் பகுதி, வசிப்பிடங்கள், கல்விக்கூடங்கள் உள்ள பகுதி, மருத்துவத் துறைகள் உள்ள பகுதி எனப் பல பகுதிகளை வகுத்து நகரங்களை அமைக்க வேண்டும். நவீன வளர்ச்சிக்கும் மாறுதல்களுக்கும் ஏற்ற வகையில் சட்ட திட்டங்கள் வகுக்க வேண்டும்.

திட்டமிட்டுச் சீராக வடிவமைக்கப்பட்ட சிறிய வீடு, ஒழுங்கற்ற பெரிய வீட்டைவிட அழகாகத் தோன்றுவது இயற்கை. அதேபோல், சீராகத் திட்டமிடப்பட்ட நகரம் மிகுதியான வசதிகளையும், தோற்றத்தையும் கொடுக்கும். ஆதலால் நகரத் திட்டமிடல் இராவிடில் ஏற்படக்கூடிய தீமைகள் மிகுதி. திட்டமிட்டு அமைக்கப்படாத சாலைகளைச் சுற்றிலும் இறுதியில் பல மாடிக் கட்டடங்களும் குடிசைப்பகுதிகளும் ஒழுங்கற்ற முறையில் வளர்ந்துவிடக்கூடும். சந்துகளாகவும் தெருக்களாகவும் இவை மாறி அமைந்துவிடக்கூடும். பொதுமக்கள் வசிப்பிடங்களுக்கு நடுவில் தொழிற்சாலைகள் அமைந்துவிட வாய்ப்பு நேரும். முக்கியமான பணி நேரங்களில் போக்குவரத்து நெரிசலால் குழப்பங்கள் விளையும். பூங்கா, விளையாட்டுத் திடல் இராமலே அமையலாம். இன்றியமையாத் தேவையான மின்சார வசதி, குடிநீர் வசதி, கழிவுநீர் வெளியேற்ற அமைப்புகள் போன்றவை சீர்கெட்டுவிடக்கூடும். சுற்றுப்புறச் சூழலைப் பாதிக்கும் வகையில் இரைச்சல்கள் பெருகிவிடக்கூடும். கட்டுப்பாடற்ற ஒழுங்கற்ற முறையில் நகரம் வளர்ந்து கொண்டே போகலாம்.

நகரத்தின் மொத்த பரப்பளவையும் ஏறத்தாழ ஐந்து குறிப்பிட்ட பகுதிகளாகப் பிரித்து அவற்றை நகரத்தின் மையப்பகுதி, தொழிற்சாலைப் பகுதி, குடியிருப்புப் பகுதி,

திறந்தவெளிப்பகுதி, சுற்றுப்புறப்பகுதி என அமைக்கலாம். திட்டமிடப்பட்ட நகர அமைப்பில் தனித்தனியாக ஐந்து பகுதிகளும் தெளிவான ஒழுங்கமைப்புடன் காணப்படும். நகரத்தின் மையப் பகுதியில் வணிக நிறுவனங்கள், நிர்வாக அலுவலகங்கள், திரைப்பட அரங்கங்கள், கோவில்கள், நூலகம், காட்சிக்கூடங்கள், பணிமனைகள், பட்டறைகள், தீயணைப்பு நிலையம் ஆகியவை அமையும். குடியிருப்புப் பகுதி, முக்கியமாக மக்கள் வசிப்பிடங்கள் நிறைந்துள்ள இடமாகும். அதே நேரத்தில் அன்றாடத் தேவைகளை நிறைவு செய்யக்கூடிய சிறு கடைகள், பள்ளிகள், பூங்காக்கள், நீர்த்தேக்கங்கள், சிறு தொழிற்கூடங்கள் ஆகியவையும் இப்பகுதியில் இருக்கும்.

திறந்தவெளிப் பகுதி, முதலில் நந்தவனங்களுக்காகவும், விளையாட்டுத் திடல்களுக்காகவும் ஒதுக்கப்பட்டுத் திறந்த வெளியாக விடப்பட்டிருக்கும். பின்னர் நாளடைவில் மக்களால் பயன்படுத்தப்பட்டுப் பராமரிக்கப்பட்டும் முழு வடிவம் பெற்றுத் திகழும். நகரச் சுற்றுப் பகுதி நகருக்கு வெளிப்புறமாக எதிர்கால வளர்ச்சிக்கென விடப்பட்டுள்ள இடமாகும். தோட்டங்கள், விளைச்சல் நிலங்கள், பண்ணைகள், விளையாட்டுத் திடல்கள் ஆகியவை இங்கு நிறைந்து காணப்படும். ஒரு சிறந்த நகரம் அமைவதற்கான இடத்தைத் தேர்வு செய்தால் அதற்கென அந்த இடத்தில் இயற்கையாகவே பல்வேறு வசதிகள் தேவைப்படும். அவை இயற்கை வசதிகள் நிறைந்த இடம், மின்சார வசதி, தொலைத்தொடர்பு வசதி, சிறந்த தட்பவெப்ப நிலை, சீரான, சமன் செய்யப்பட்ட நிலப்பரப்பு, சுற்றுப்புற வளர்ச்சி, கழிவுநீர் வளர்ச்சி, மண்வளம், வெள்ளம் மற்றும் புயலினால் பாதிப்புறாத இடம், பசுமையான மரங்கள் வளரும் தன்மை, இயற்கைநிலத் தன்மை, நீரோடை மற்றும் ஏரிகள் இருத்தல், மொத்த நீர்வளம் மற்றும் இயற்கைப் பாதுகாப்பு அமைப்புகள் நிறைந்து இருத்தல் என்பன.

புதிய நகரம் ஒன்று கட்டுவதெனத் தீர்மானம் செய்யப்படும்போது குறிப்பிட்ட ஒரு முக்கிய காரணத்திற்கென அது கட்டப்படும். வணிகம், தொழிற்சாலை, கல்வி, கலை, தற்காப்பு, சுகாதாரம், விளையாட்டு நிர்வாகம், சுற்றுலா ஆகிய காரணங்களுக்கென நகரங்கள் கட்டப்படுவது உண்டு. புதிய நகரத்தைத் திட்டமிட்டு வடிவமைக்கும்போது அது கட்டப்படும் நோக்கம் முழுமையாக நிறைவேறும் வகையில் சிக்கனமாகவும், வசதிகள் நிறைந்ததாகவும், மக்கள் தொகைக்கு ஏற்பவும் கணக்கிட்டு அமைக்கப்பட வேண்டும்.

மக்களின் நலம், அடிப்படை இன்றிமையாத் தேவை, அன்றாட வசதி, பொதுச் சுகாதாரம் ஆகிய தேவைகளை நிறைவேற்றுவதன் மூலம் காக்கப்படும். இவற்றை நிறைவேற்றும் வகையில் மின்சார வசதி, குடிநீர் வசதி, கழிவுநீர் அகற்றும் வசதி, கல்விக்கூட வசதி, சாலைவசதி, சுற்றுப்புறச் சூழல் பாதுகாப்பு வசதி ஆகிய்வை முழுமையாக ஏற்படுத்தப்பட வேண்டும். புதிய நகரங்கள் அமைக்கும்போது பல்வேறு அமைப்புகளில் நன்மை தரும் அமைப்பைத் தேர்வு செய்ய வேண்டும். பிற்கால வளர்ச்சியையும், தேவைகளையும் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும். அருகிலுள்ள நகரங்களுடன் எளிதில் தொடர்புகொள்ளும் வசதி அமைய வேண்டும். அனைத்து மக்களைக் கவரும் வகையில் பொதுக் கட்டடங்கள் எடுப்பான தோற்றம் தரும் வகையில் நகரம் அமைக்கப்பட வேண்டும். சாலை வசதி, இருப்புப்பாதை வசதி இருக்குமாறும், நீர், மலை, காடு போன்ற இயற்கை வசதிகள் பாதுகாக்கப்படும் வகையிலும் அவற்றின் பயன் நகர மக்களுக்கு முழுமையாகக் கிடைக்கும் முறையிலும் புதிய நகரங்களை அமைக்க வேண்டும்.

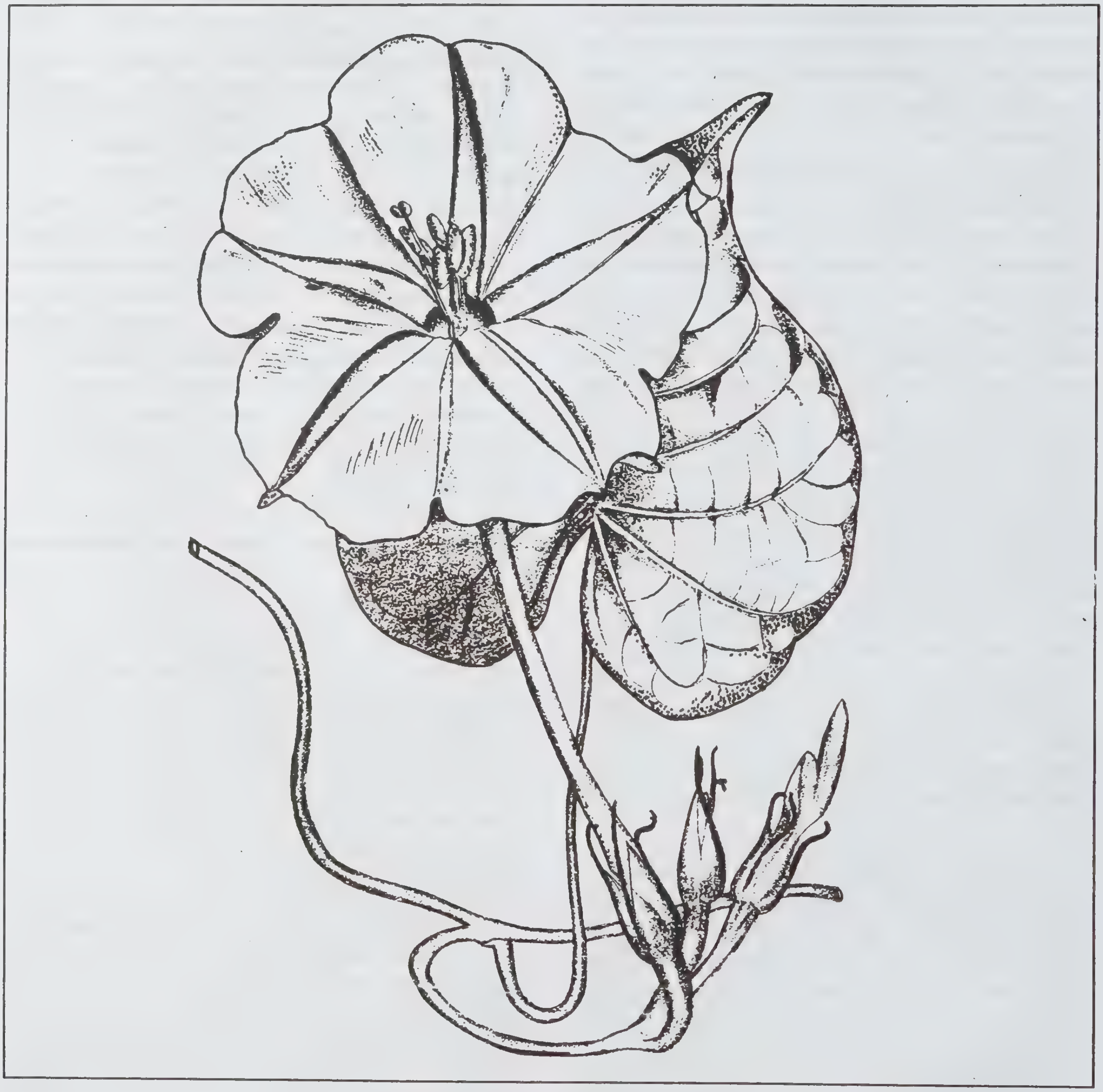
- ஏ.எஸ்.எஸ். சேகர்

நகர மூக்கட்டி

நிலாப்பூ (moon flower) எனப்படும் இதன் தாவரப் பெயர் காலோநிக்ஷன்-போன-நாக்ஸ் *(Calonyction-bona-nox)* என்பதாகும். இதன் இணை தாவரப் பெயர்கள் ஐபோமியா ஆல்பா *(Ipomoea alba)*, காலோநிக்ஷன் அக்குலியேட்டம் *(C.aculeatum)*, காலோநிக்ஷன் ஸ்பீசியோசம் *(C.speciosum)* என்பனவாகும். கன்வல்வுலேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இதை 800மீ. உயரத்திற்கு மேலுள்ள இந்திய மலைப்பகுதிகளில் காணலாம்.

அமைப்பு. இதற்குப் பெரிய தளிர் போன்ற ஏறுகொடி உண்டு. இதன் தண்டுகள் பெரும்பாலும் வெடிப்புடன் இருக்கும்; நுனி கூரியது; இலைக்காம்பின் நீளம் 12 செ.மீ; சைம் மஞ்சரி. இலைக் கோணங்களில் அமைந்திருக்கும் மஞ்சரித்தண்டின் நீளம் 15 செ.மீ; பூக்காம்பின் நீளம் 2.5செ.மீ; பூவடிச் செதில்கள் முதிருமுன்பே உதிர்ந்து விடுகின்றன. அகன்ற முட்டை வடிவப் புல்லி இதழ்கள்

ஐந்தும் ஏறக்குறையச் சமமானவை. அல்லி இதழ்கள் வெள்ளை நிறமாக இருக்கும். இவை முடியற்றவை; ஒழுங்காகவும் குழல் கொண்டு விரிந்தும் இருக்கும். குழல் உருளையாகக் காணப்படும். அல்லி இதழ்கள் கூரிய நுனியையுடையவை. மடல்கள் நீளவாக்கில் மடிக்கப்பட்டிருக்கும். மகரந்தத்தாள்கள் ஐந்தும் சமமற்றவை; மகரந்தப்பை 0.5செ.மீ. அளவிலிருக்கும். சூல்பை கூம்பு வடிவிலும் 2மி.மீ. அளவிலும் 2 அறைகளைப் பெற்றுமிருக்கும். ஒவ்வோர் அறையிலும் 2 சூல்கள் உண்டு. சூலகத்தண்டு நூல் போன்றது. 10செ.மீ. உயரமாக இருக்கும். சூலகமுடி இரண்டு உருண்டையாயிருக்கும். கனி 4 அறைகள் கொண்ட உருண்டை வடிவ வெடிகனி



நகர மூக்கட்டி *(Calonyction-bona-nox).*

(capsule) ஆகும். விதைகள் 1 மீ 1 X 0. 8 செ.மீ. அளவானவை. ஒவ்வொரு கனியிலும் 4 வகைளைக் காணலாம்.

பயன். இதனை அழகு தரும் கொடியாக வளர்ப்பதுண்டு. இதன் பூக்கள் இரவு நேரங்களில் பூத்து வெண்மை நிறமாயும், மணமுடனும் இருக்கும். தளிர் இலைகளையும், சதைப் பற்றான புல்லி இதழ்களையும் சமைத்துக் காய்கறியாக உண்பதுண்டு. இதன் வேர்ப்பட்டை பேதியை உண்டாக்கும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நங்கூரமிடல்

இரும்புக் கொக்கிகள் கொண்டு கப்பலை நிலை நிறுத்தப் பயன்படும் கருவி நங்கூரம் (anchor) எனப்படும். இது பெரும்பாலும் தேனிரும்பினாலோ எஃகு இரும்பினாலோ வடிவமைக்கப்பட்டுத் தர ஆய்வுக்குப் பின்னர் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நங்கூரம் கப்பலின் மேற்பகுதியிலிருந்து இரும்புக்கம்பி அல்லது சங்கிலியால் கப்பலோடு பிணைக்கப்பட்டுக் கடலின் தரை மட்டத்திற்கு வீசப்பட்டுக் கப்பலை ஆடாமல் அசையாமல் வைத்திருக்க உதவுகிறது.

வகைகள். நங்கூரம் பொதுவாகக் காம்புள்ள நங்கூரம் (stalk anchor), காம்பில்லா நங்கூரம் (stalkless anchor) என இரு வகைப்படும்.

இவை தவிரக் கீழ்க்காணும் வேறு சில வகை நங்கூரங்களும் பயன்படுகின்றன. அவை :

கெட்ஜ் நங்கூரம் (kedge anchor). காம்புள்ள நங்கூர வகையைச் சேர்ந்த இது கப்பலிலுள்ள அனைத்து நங்கூரங்களிலும் எடை குறைவானதும் சிறியதும் ஆகும்.

காளான் வடிவ நங்கூரம் (mushroom anchor). இது சிறிய கப்பல்களை நிலைநிறுத்தப் பயன்படுகிறது. இதற்கான இரண்டு காளான் வடிவ நங்கூரங்கள் கம்பிகளால் இணைக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஒருகொக்கி நங்கூரம் (Single fluke anchor). இது குறிப்பலை விளக்குகளை நிலைநிறுத்தப் பயன்படும். காற்றினாலோ அலைகளினாலோ இது இடம் மாறாமலிருக்க மூன்று நங்கூரங்கள் வெவ்வேறு கோணங்களில் கம்பிகளால் பிணைக்கப்பட்டு நிலை நிறுத்தப்படுகின்றன.

திருகு வடிவ நங்கூரம் (screw mooring anchor). இது ஒருகொக்கியுள்ள நங்கூரத்திற்குப் பதிலாகக் கடலின் மென்மையான அடிப்பகுதியைப் பொறுத்துப் பயனாகிறது.

கிராஃப்னல் நங்கூரம் (graphnel anchor). இது இரண்டுக்கும் மேற்பட்ட கொக்கிகளைக் கொண்டது. இது சில சமயங்களில் ஒன்றுக்கொன்று அருகிலுள்ள சிறிய படகுகளை நிலைநிறுத்தப் பயன்படுகிறது.

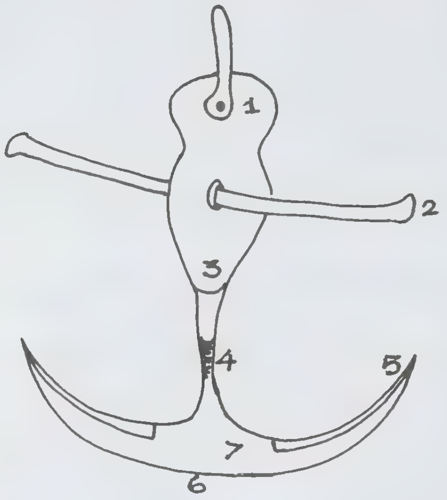
கடல் நங்கூரம் (sea anchor). இவ்வகை நங்கூரம் அலைகள் மிகுந்துள்ள கால நிலைகளில் பயன்படுகிறது.

நங்கூரக் கம்பி. சேக்கல் கேபில் (shackle cable) என்னும் 25 மீ. அளவுள்ள சங்கிலித் தொடரமைப்பில் நங்கூரங்கள் கட்டப்படுகின்றன. கப்பலின் ஆழத்தைப் பொறுத்துச் சங்கிலியில் சேக்கல் கேபிளின் எண்ணிக்கை கூட்டப்படுகிறது.

நிலைப்படுத்தல். கடலின் இரு நங்கூரங்களுக்கிடையே கப்பலை நிலைநிறுத்துவதில் நிலை வகை, நிற்கும் வகை, திறந்த வகை என முப்பிரிவுகளுண்டு.

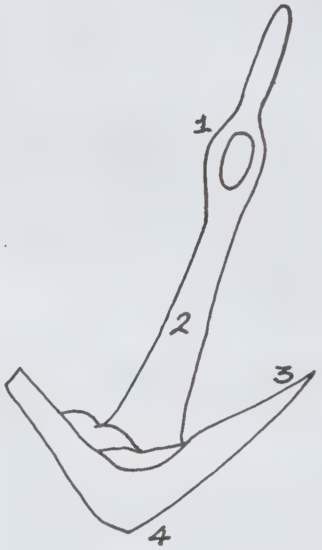
நங்கூரமிடல். துறைமுகத்தில் காற்று மற்றும் அலைகளின் நிலையைப் பொறுத்து நங்கூரங்களின் உதவியால் சில மணி நேரங்களுக்கோ சில நாள்களுக்கோ கப்பலை நிலைநிறுத்துவதே நங்கூரமிடல் ஆகும். நங்கூரமிடும்போது கடலின் ஆழம், சங்கிலியின் நீளம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிட்டு நங்கூரமிட வேண்டும். பெரும்பாலும் நங்கூரமிடுவதற்குமுன் நங்கூரங்களையும் பிற கருவிகளையும் ஆயத்த நிலையில் வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். நங்கூரமிடுவதற்குச் சிறிது தொலைவு இருக்கும்போதே எந்திரத்தை அணைத்து விட்டுக் கப்பலைக் கடல் நீரின் ஏற்ற இறக்கம் மற்றும் அலைகளினாலேயே செல்லுமாறு செய்து நங்கூரமிட வேண்டும்.

நங்கூரமிடுவதற்குப் பயன்படும் கம்பியின் நீளம் வரையறைக்குட்பட்டதன்று. ஆனால் பெரும்பாலும் கடலின் ஆழத்தைவிட ஐந்து மடங்கு நீளமுள்ள கம்பி பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. இவ்வகைக் கம்பிகளை நல்ல பிடிப்புள்ள தரைப்பகுதி உள்ள கடல், நல்ல தட்பவெப்பம் மற்றும் குறைந்த அளவு கடல்நீர் ஏற்ற இறக்கம் உள்ள நிலை, ஆழமுள்ள கடல் பகுதி போன்றவற்றில் பயன்படுத்தலாம். பிடிப்பற்ற தரைப்பகுதியிலும், கடல் நீர் ஏற்ற இறக்கம் மிகுந்த பகுதியிலும் 8 அல்லது 9 மடங்கு நீளக் கம்பி தேவைப்படும்.



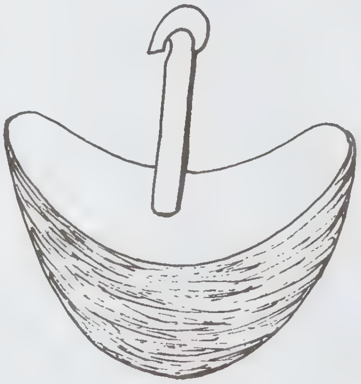
படம் 1. காம்புள்ள நங்கூரம் (Stalk anchor)

1. மையப்பகுதி 2.காம்பு 3. கால் பகுதி
4. ஈர்ப்பு இணைப்பு 5. கொக்கி 6.மேல்பகுதி
7. கைப்பகுதி



படம் 2. காம்பில்லாத நங்கூரம் (Stalkless anchor)

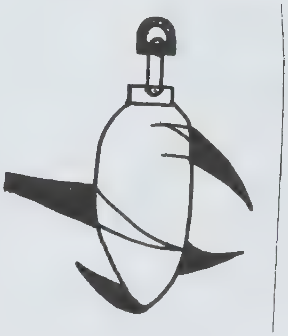
1. மையப்பகுதி, 2. கால்பகுதி,
3. கொக்கி 4. நழுவும் பகுதி



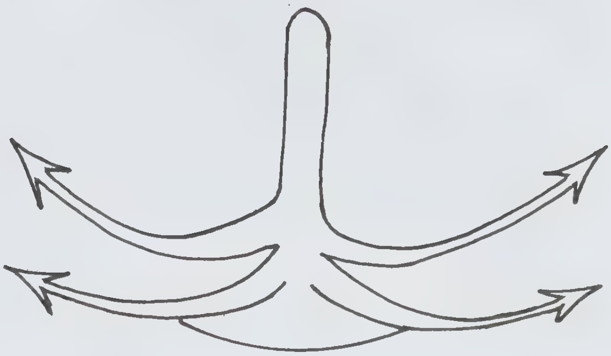
படம் 3. காளான் வடிவ நங்கூரம்

படம் 4. ஒரு கொக்கியுள்ள நங்கூரம்

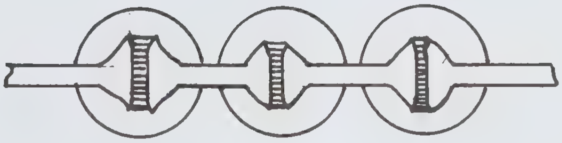
அ கயிறு இணைக்கும் மையப் பகுதி
ஆ. கொக்கி



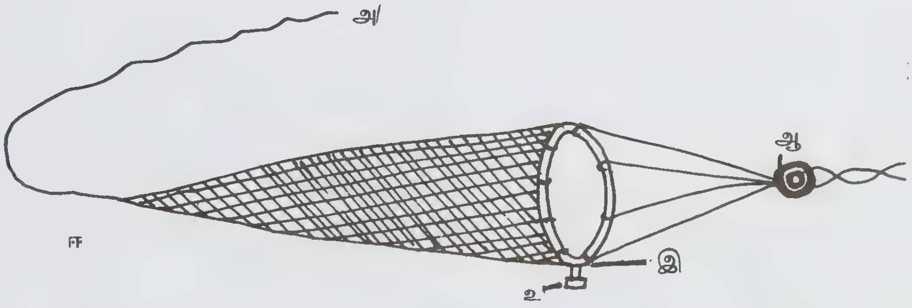
படம் 5. திருகு வடிவ நங்கூரம்



படம் 6. கிராஃப்னல் நங்கூரம்



படம் 7. கடல் நங்கூரம்



படம் 8. நங்கூரக் கம்பிகள்

(அ) நழுவும் கம்பி (ஆ) ஓடு கம்பி
(இ) இரும்பு வளையம் (ஈ) குறுகிய கேன்வாஸ் பை
(உ) எண்ணெய்ப் பை

பொதுவாக நங்கூரத்தின் அளவும், எடையும், கப்பலின் எடை நீள அகலங்களைப் பொறுத்தவை. சான்றாக 10 மீ. நீளமான ஒரு கப்பலை நிலைநிறுத்த 14-23 கி.கி. எடையுள்ள நங்கூரம் தேவை. மேலும் கப்பலின் எடையும் அளவும் மிகும்போது நங்கூரத்தின் எடையும் அளவும் மிகுதியாக்கப்பட வேண்டும். காட்டாக, கப்பலின் நீளம் 20 மீ. மிகும்போது நங்கூரத்தின் எடையும் 30-45 கி. கிராமாக மிகுதிப்படுத்தப்படும்.

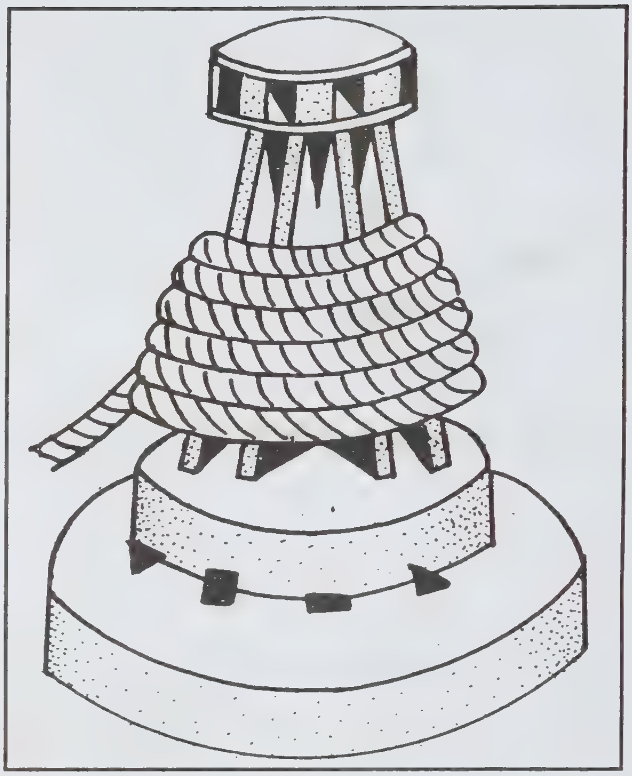
நங்கூரமிட வேண்டிய சூழ்நிலைகள். கப்பல் துறைமுகத்தில் தங்கும்போதும், பழுதுபார்க்கும்போதும், கடல் கொந்தளிப்பின்போதும், பயணிகளையும், பண்டங்களையும் ஏற்றி இறக்கும்போதும் நங்கூரமிட வேண்டும்.

- அ. சண்முகம்
- த. கண்ணுபாண்டி
- கரு.ஸ்ரீராமன்

நங்கூர வாங்கி

தளமுகப்பில் சிறு படகை நிலைப்படுத்தவோ நங்கூரமிடவிடும் கயிற்றை விரைந்து விடுவதற்காகவோ அமைக்கப்படுகின்ற கட்டுத்தறியை நங்கூரவாங்கி (capstan) என்பர். பெரிய மீன் பிடி கப்பல்களில் நங்கூர வாங்கி மிகுதியும் பயனாகிறது. கப்பலின் மேல் தளத்திலேயே நிலைக்கச் செய்யப்பட்டுள்ளமையால் விசையோடு ஆயிரங்கால் தூண்டில் கம்பி வடங்களைக் கப்பலை நோக்கி இழுப்பதற்கோ நங்கூர வடங்களை இழுப்பதற்கோ நங்கூர வாங்கி பொதுவாகப் பயன்படுகிறது.

அமைப்பு. ஒவ்வொரு நங்கூர வாங்கியும் ஓர் அடிப்படைத் தளத்தைப் பெற்றுள்ளது. இத்தளம் கப்பலின் மேல் தளத்தில் புரி ஆணிகள்ால் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. நங்கூர வாங்கியின் அடித் தளத்தின் நடுவில், தலைப் பகுதியும் பீப்பாய் போன்ற அமைப்பும் இணைந்த ஒரு மொத்த அமைப்பு ஒரு செங்குத்தாகச் சுழலும் இரும்புத் தண்டோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இத்தகைய நடு இரும்புத் துண்டு நங்கூர வாங்கியின் அடித்தளம் மற்றும் கப்பலின் மேல் தளத்தினூடே செல்லுமாறும் உறுதியாகவும் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. நங்கூர வாங்கியின் விட்டம் தேவையைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. எனினும் மிகப்பெரிய சுற்றளவுகளைக் கொண்டுள்ள கம்பி அல்லது கயிறுகளையும் சுற்றி வளைக்கக்கூடிய நங்கூர வாங்கிகள் உள்ளன.



நங்கூர வாங்கி

ஒவ்வொரு நங்கூர வாங்கியும் கப்பலின் கீழ்த்தளத்தில் அமைந்துள்ள விசைப்பொறியோடு இணைக்கப் பட்டுள்ளமையால், இது விசை கொடுக்கும் தன்மையைப் பெறுகிறது. நீராவி, டீசல் பொறி போன்றவற்றால் விசையைப் பெறுமாறு பெரிய நங்கூர வாங்கிகள் கப்பல்களில் காணப்படினும், மனிதர்களால் இயக்கக்கூடிய நங்கூர வாங்கிகள் சிறிய தள்ளு கப்பல்களில் பயன்படுத்தப்படுவது குறிப்பிடத்தக்கது.

பயன்கள். பொதுவாகப் பெரிய நங்கூர வாங்கி சுமை குறைந்தவிடத்தும் மிகுந்தவிடத்தும் வேலைகளைச் செய்வதற்கேற்ற அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. நங்கூர வாங்கியை வேலையில் ஈடுபடுத்தும்போது, இதன் பீப்பாய் போன்ற அமைப்பு விசையோடு பல முறை தேவைக்கேற்றவாறு சுழன்று, கம்பிவடத்தை ஒன்றின் மேல் ஒன்றாகச் சுழற்றுகிறது. மேலும் நங்கூர வாங்கிக்கு அளிக்கக்கூடிய விசைப் பொறி கப்பலின் கீழ்த்தளத்தில் அமைக்கப்பட்டிருந்தாலும், கப்பலின் மேல் தளத்தை ஒட்டியே கம்பி வடங்களை இழுத்துச் சுற்றுவதற் கேற்றவாறு இது அமைக்கப்பட்டுள்ளது. செயற்கையாக உருவாக்கப்பட்ட நாரிழைகளாலான கயிறுகளைக் குறைந்த விசையோடு, ஆனால் உயர்ந்த இழுவையோடு

செயல்படுத்த ஏற்ற நங்கூர வாங்கியும் உள்ளது. இத்தகைய கயிறுகள் நீண்ட கால இழுவைக்கு ஏற்றவை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. நங்கூர வாங்கி, கம்பிவடங்களைக் கப்பலை நோக்கி விசையோடு இழுப்பதற்குப் பயன்பட்டாலும் எந்திரங்களை இழுப்பதற்கு இது பொதுவாகப் பயன்படாது.

- இரா. சந்தானம்

துணை நூல். E. Souchott and D.W.Smith, *Marine Auxillary Machinery,* Newners - Butterworths, London, 1975.

நச்சாதல்

மிகையாக மது அருந்துதல், மார்ஃபீன், ஹீராயின் போன்ற மருந்தடிமைப் பொருள்களை உட்கொள்ளுதல், கொக்கைன், அமைதியூட்டி, துயிலூட்டி ஆகியவற்றை மிகையாகப் பயன்படுத்துதல், ஈயம், மாங்கனீஸ், பாதரசம் போன்றவற்றின் நச்சு, காற்றழுத்த நோய், இசிவு நோய், எர்காட் நச்சு ஆகிய அனைத்தும் நச்சாதல் நிலையில் அடங்கும்.

இதில் முக்கியமானது மிகையாக மது அருந்துவதே யாகும். இது பல்வேறு வகையான மன நோய்களுக்குக் காரணமாகிறது. பெற்றோர் நாளும் மது அருந்துவோராக இருந்தால் அவர்தம் குழந்தைகள் வயதடையும்போது மதுவிற்கு அடிமையாகின்றனர்.

மிகையாக நீண்ட நாள்களாக மது அருந்தும்போது மைய நரம்பு மண்டலத்திலும், புற நரம்புகளிலும் நசிவு மாற்றங்கள் காணப்படுகின்றன. மூளை சூம்பிவிடுகிறது. பெருமூளைப் புறணியின் நரம்புத் திரள் செல்கள் நசிவடைகின்றன. பல நரம்புப் பாதிப்பினால் மையலீன் உறைகளும் இருசு உருளைகளும் சீர்கேடுறுகின்றன. மது அருந்தும்போது, அதன் நச்சு விளைவாக வைட்டமின் B_1 பற்றாக்குறை தோன்றுகிறது. இந்தப் பற்றாக்குறை மேற்கூறிய நரம்பு மாற்றங்களை உண்டாக்குகிறது. வெர்னிக்கின் மூளைப் பாதிப்பு (Wernicke's encephalopathy) நாட்பட்ட மது நச்சைச் சிக்கலாக்குகிறது.

இது போன்றே மது சார்ந்த பெல்லாக்கரா, நடுக்க நிலையுடன் கூடிய மனப் பிரமை, கால் - கை வலிப்பு, கார்சகோ நோயியம் போன்ற பல நச்சு விளைவுகள் உண்டாகின்றன. மது சார்ந்த சிறுமூளை நசிவு, மைய பான்ஸ்மையலீன் சிதைவு, மார்ச்சியோ பேவா - பிக்னாமி நோய், மது சார்ந்த மனநோய், இதய வீக்கம் அனைத்தும் மிகை மதுவின் நச்சு விளைவுகளாகும்.

100மி.லி. குருதியில் மதுவின் அளவு 100மி. கிராமுக்குக் குறைந்தால் அதன் விளைவுகள் தெரிவதில்லை. 150மி. கிராமுக்கு மிகுந்தால் வேண்டா விளைவுகள் வெளிப்படுகின்றன. 200மி.கிராமுக்கு மேலானால் விளைவுகள் அஞ்சத்தக்கவையாக இருக்கும். 300மி. கிராமுக்கு மிகையானால் மரணம் நேரலாம்.

- அ. கதிரேசன்

நச்சியல் துறை

ஒரு மருந்தின் நற்பயனை ஆராயும் துறையை மருந்தியல் துறை (pharmacology) எனவும் மருந்தின் தீமையை ஆராயும் துறையை நச்சியல் துறை (toxicology) எனவும் கூறலாம். நச்சியல் துறை தொடங்கப்பட்டமைக்கான காரணங்கள் அறியத்தக்கவை.

1937இல் அமெரிக்காவில், 72% டைஎத்திலீன் கிளைகால் கொண்ட சல்ஃபோனமைடு கரைசல் நோய்த் தீர்வுக்குக் கொடுக்கப்பட்ட மூன்று நாள்களில் மருந்து உட்கொண்ட 100க்கு மேலானோர் மரணமடைந்தனர்.

குளோராம்ஃபெனிகாலின் முழு விளைவைப் பற்றித் தெரியும் முன்னரே மக்களுக்கு இம்மருந்து கொடுக்கப்பட்டுத் தீய விளைவுகள் உண்டாயின.

1950-60இல் ஐரோப்பாவில் தாலிடோமைடு என்னும் மருந்து, நல்ல துயிலூட்டியாகக் கருதப்பட்டு மக்களுக்குக் கொடுக்கப்பட்டது. இம்மருந்தை அருந்திய சூலுற்ற மகளிருக்குப் பிறவி ஊனத்துடன் குழந்தைகள் பிறந்தன. இம்மூன்று நிகழ்வுகளும் உலகெங்கும் நச்சியல் துறையின் இன்றியமையாமையை உணர்த்தின.

நச்சு விளைவு உண்டாக்கிய மருந்தை அறுதியிடும் முன், பின்வருபவனவற்றை ஆராய வேண்டும். அவை: உட்கொண்ட மருந்திற்கும் வேண்டாத பக்க விளைவிற்கும் உள்ள தொடர்பு, மருந்தை நிறுத்தியவுடன் வேண்டா விளைவும் நின்று விட்டதா என அறிதல், இம்மருந்தை மீண்டும் கொடுத்தவுடன் உண்டாகியிருக்கும் இதே விளைவுகள், வேண்டா விளைவுக்கான பிற கூறுகள், இம்மருந்தைப் பற்றியும் இதன் பக்க விளைவுகளைப் பற்றியும் மருத்துவ நூல்களில் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும் தகவல்கள் ஆகியன.

கொடுக்கப்படும் மருந்தின் அலகைக் கொண்டு மருந்தின் நச்சியலை அறுதியிட வேண்டும். கொடுக்கப்படும் மருந்தின் அலகையும், அதனால் உண்டாகும் நச்சு விளைவின் அலகையும் அறுதியிட்டு

அந்த விகிதத்தைக் கண்டறிய வேண்டும். மருந்தின் நச்சு அலகை, மருந்து அலகால் வகுத்தால் கிடைக்கும் விகிதத்தைக் கொண்டு மருந்தின் பாதுகாப்பான அலகை உறுதிப்படுத்தலாம்.

நச்சியல் மருந்துகளின் நச்சு விளைவைத் தெரிந்து கொள்ளச் சுண்டெலி, நாய், எலி போன்ற விலங்குகளில் பல்வேறு ஆய்வுகள் நடத்தப்படுகின்றன. புற்று நோய்களை உண்டாக்கும் சில மருந்துகளையும் கருத்தில் கொண்டு ஆராய வேண்டும். சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைக்கேடும் நச்சியலில் இடம்பெறும். தற்காலத்தில் பூச்சி கொல்லிகளும் நச்சு விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன.

உணவில் சேர்க்கப்படும் துணைப் பொருள்களும் நச்சியலில் குறிப்பிடத்தக்கன. உணவு கெடாமல் பாதுகாக்கவும் மணம், மென்மை ஆகியவற்றை மிகுதியாக்கவும் இவ்வகைத் துணைப் பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. உரங்களில் உள்ள நைட்ரேட்டுகள், மனிதனையும் விலங்கினத்தையும் பாதிக்கின்றன.

தொழில் வழி நச்சு விளைவுகளைக் கண்காணிக்க இந்தியாவில் தொழில் வழி நச்சியல் ஆராய்ச்சி மையம் (Industrial Toxicology Research Centre) லக்னோவில் செயல்பட்டு வருகிறது.

- சாரதா கதிரேசன்

நச்சு நீக்கம்

கால்நடை எவ்வகையான நஞ்சை உட்கொண்டது என உறுதியாக அறியா நிலையில் நச்சு நீக்கம் கடினமானது. நச்சு நீக்கத்தில் நச்சு எதிரிகள் தீவிரமாகப் பயன்படும். உட்கொண்ட நச்சிற்குத் தகுந்தாற்போல் நச்சு எதிரிகள் பயன்படுத்தப்பட வேண்டும்.

பொதுவாக நச்சு நீக்கத்தில் நடைமுறையில் பின்பற்ற வேண்டியவை : கால்நடைகள் நச்சால் தாக்கப்பட்டபோது நச்சுத் தன்மையை உடனடியாகத் தவிர்த்து எந்த நச்சால் பாதிக்கப்பட்டதோ அந்த நச்சை அப்புறப்படுத்திப் பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகளை வேறு இடத்திற்கு மாற்றித் தூய தீவனமும், நீரும் அளித்தல் வேண்டும்.

மருந்துக் குளியல் மற்றும் தெளிப்பான் வழி பயன்படுத்தப்பட்ட மருந்துகளால் நச்சுத் தன்மை ஏற்பட வாய்ப்புள்ளது. அவ்வாறு ஏற்படின் வெதுவெதுப்பான சோப்பு நீர் விட்டுக் கால்நடைகளைக் கழுவ வேண்டும். சிறிய விலங்குகளாகிய நாய், பூனை போன்றவற்றில் வாந்தி எடுக்க உணர்வூட்டும் மருந்துகளைப் பயன்படுத்தி வாந்தி எடுக்க வைத்தல் மூலம் உட்கொண்ட நச்சினை நீக்கலாம். மாடு, குதிரை போன்றவற்றில் வயிறு வரை ரப்பர் குழாயைச் செலுத்தி அதன் வழியாகப் பார்லி நீர் அல்லது வெதுவெதுப்பான நீரை அதிக அளவில் பயன்படுத்தி உட்கொண்ட நச்சின் தன்மையைக் குறைக்கலாம். சிறிய விலங்குகளில் ஒரு பெரிய கரண்டி அளவு கடுகை அரைத்து ஒரு குவளை கரைத்தும் சமையல் உப்பைப் பெருமளவில் ஒரு குவளை நீரில் கரைத்தும் கொடுத்து வாந்தி எடுக்க வைத்து உட்கொண்ட நச்சினைப் பெருமளவில் வெளியாக்கலாம். பின்பு எஞ்சியுள்ள உட்கொள்ளப்பட்ட நஞ்சு பெருமளவில் உறிஞ்சப்படாமல் தடுக்கத் தேயிலை நீரைப் பால் கலக்காது கஞ்சியுடன் கலந்து கொடுக்கலாம். பால், பால் கலந்த முட்டையின் வெள்ளைக் கரு இவற்றையும் கொடுக்கலாம். ஆசனவாய் வழியாகச் சோப்பு நீரைச் செலுத்தி நச்சுப் பொருள்களை வெளியேற்றலாம்.

- எஸ். இராம்பிரசாத்

நச்சுப்பல்லி

இது ஊர்வன வகுப்பைச் சார்ந்த பல்லியாகும். அமெரிக்காவின் தெற்குப் பகுதியில், குறிப்பாக மெக்சிகோ, அரிசோனா பாலைவனத்தின் வறண்ட லேசான மணல் பகுதிகளில் பாறைக்கு அடியிலுள்ள பொந்துகளில் நச்சுப்பல்லி *(Gila monster)* வசிக்கிறது.

புலாலுண்ணியான இது இரை தேடுவதற்காக இருப்பிடத்தை விட்டு இரவில் வெளியே வந்து பூச்சிகளையும், பாம்பு, பல்லி மற்றும் சிறு விலங்குகளின் முட்டைகளையும் சுண்டெலியையும் உண்ணும். இப்பல்லி மெதுவாக ஊர்ந்து செல்லக்கூடியது. தலையை அடிக்கடி முறுக்கியும் இறுக்கியும் கொள்ளும் பண்பும் அந்திவேளையில் சுறுசுறுப்பாகத் திரியும் பண்புமுடையது. மணலில் கூடு எழுப்பி அதில் முட்டைகளை இடும். உடல் முழுதும் பவளம் போன்ற செதிள்கள் பொதிந்துள்ளன. இச்செதிள்கள், சிவப்பு மற்றும் மஞ்சள் நிறங்களைக் கொண்டுள்ளமையால், எச்சரிக்கை நிறத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இப்பல்லியின் கண்கள் சிறியனவாகவும், அசைவற்றும், நாக்கு அகன்றும் உள்ளன. கால்கள் நன்கு வளர்ச்சி பெற்றுள்ள போதிலும் உடலோடு ஒட்டியும், உடலை நிலத்திலிருந்து மேலே உயர்த்த உதவியாகவும் உள்ளன.

நச்சுப்பல்லி *(Gila monster)*

வால் அழகிய வண்ணத்துடன் தடித்துக் குட்டையாக, கூர்மையற்று, கொழுப்பைச் சேர்த்து வைக்கும் பகுதியாகக் காணப்படுகிறது.

குளிர்கால ஒடுக்கம் (hibernation) அடைவதற்கு முன்பே இப்பல்லி கொழுப்பை வாலில் சேர்த்து வைத்துக் கொள்கிறது. உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள் (labial glands) நச்சு மிகுந்தவையாக உள்ளன. கீழ்த்தாடையில் முன்புறத்திலுள்ள நான்கு பற்கள் கொக்கி போன்று வரிப்பள்ளங்களைக் கொண்டுள்ளன. இப்பள்ளங்களின் வழியாக நச்சுச் சுரப்பிகளின் நாளங்கள் முன்புறமாகச் சென்று கீழ்த்தாடை எலும்பைத் துளைத்து நச்சு நீரைக் கீழ்த்தாடைக்கும் கீழுதட்டுக்கும் இடையில் சுரக்கின்றன. இந்நச்சுச் சுரப்பிகள் பாம்பு வகைகளில் மேல் தாடையிலும், நச்சுப் பல்லி வகைகளில் கீழ்த் தாடையிலும் உள்ளன. நச்சுநீர் (venom) சுவாசித் தலையும் சிறுநீர்ப் பிரிக்கப்படுதலையும் தடுக்கிறது. நரம்புகளைத் தாக்கிப் பக்க வாதத்தையும் மனிதரிடையே உருவாக்குகிறது.

- உ. கருப்பணன்

நச்சுயிர் ஈரல் அழற்சி

வைரஸ்கள் ஈரல் செல்களைத் தாக்குவதால் உண்டாகும் இந்நோய் தொடக்கத்தில் ஈரல் அழற்சியாகவும் பிறகு ஈரல் செல் நசிவாகவும் (hepatic necorsis) மாறும். இந்நோய் குறிப்பிட்ட உயிர்வேதியியல், தடுப்பியல் (immunological), வடிவமைப்பியல் (morphological), புலன் மருத்துவத் (clinical) தன்மைகளைக் கொண்டது.

நோய்க்காரணம். நச்சுயிர் ஈரல் அழற்சி ஈரலில் வளரும் நால்வகை வைரஸ்களினால் உண்டாக்கப்படுகிறது.

ஈரல் அழல் A வகை (hepatitis-A). ஹெப்பட் டைட்டிஸ் 'A' வைரஸ் (HAV) 27nm விட்டத்தையும், ஒரு தனிப்பட்ட இழை ரிபோ நியூக்ளியிக் அமிலத்தால் ஆன ஜினோமும் கொண்டது. ஈரல் அழல் A வகையின் எதிர்ச்செனி (hepatitis A antigen), எதிர்ப்பொருள் (hepatitis A antibody) என்பனவற்றைக் கொண்டிருக்கும். பொதுவாக இந்நோயும் வைரசும் முன்னரே பாதிக்கப்பட்ட நோயாளியின் மலத்துடன் தொடர்பு கொண்ட உணவுகளின் மூலமே பரவும். இந்த வைரஸ் உடலில் புகுந்தபின் 15-45 நாள்கள் அடைக்கப்பட்ட பின்னரே நோயாக மாறும். இவ் வைரஸ் நோயில் விளையும் ஒரே நன்மை இது ஈரல் புற்றுநோயாக மாறுவதில்லை

என்பதாகும். இந்நோயால் ஆயிரத்திற்கு ஒருவர் மரணமடைகின்றனர்.

ஈரல் அழல் B வகை. இவ்வைரசைச் சுருக்கமாக ஹெப்படைடிஸ் B வைரஸ் (HBV) என்பர். இது 45nm விட்டமும் ஈரிழை டீஆக்சிரிபோ நியூக்ளியிக் அமிலம் கொண்ட ஜினோமும் பெற்றது. சீரவியல்படி (serological) இவ்வைரசிற்கு 1. HBs கது என்னும் மேலுறை எதிர்ச்செனி 2. HBc Ag என்னும் உள்ளமைப்பு (core) எதிர்ச்செனி 3. HBc Ag என்னும் எதிர்ச்செனி என எதிர்ச்செனிகள் மூன்றும் 1) எதிர்ப்பொருள் Anti HBs 2. எதிர்ப்பொருள் HBc 3. எதிர்ப்பொருள் HBe என்னும் மூன்று எதிர்ப்பொருள்களும் உண்டு. பொதுவாக இந்த வைரஸ் ஊசி மூலமே உடலினுள் நுழைகிறது. 40-180 நாள்கள் அடைக்காக்கப்பட்ட பின்னரே நோயாக மாறி வெளிப்படுகிறது. இந்நோய் பிறகு ஈரல் புற்றுநோய்க்கும் வழிவகுக்கிறது. நோயாளி இந்த நோயின் பிடியினின்றும் மீண்ட பிறகும், வாழ்நாள் முழுதும் ஒரு நோய் பரப்புபவராகவே மாறி விடுகிறார். இவருடைய குருதிபட்ட ஊசி பிறருக்கு இந்நோயை எளிதில் பரப்பிவிடும். இந்நோய்கண்ட 100 பேரில் 3 பேர் வரை இறந்துவிடுகின்றனர்.

ஈரல் அழல் D வகை (hepatitis D). ஹைப்படைட்டிஸ் D வகை வைரசை டெல்டா ஏஜென்ட் என்பர். இந்த வைரசை ஒரு முற்றுப்பெறா வைரசாகக் கருதுகின்றனர். காரணம், இவ்வகை வைரஸ் தோன்று வதற்கு (HBv) துணை வேண்டும். இந்த வைரஸ் துகள் 25nm விட்டத்தையும் ரீபோநியூக்ளியக் அமிலத்தினாலும் ஆன ஜினோமையும் கொண்டது. இதன் எதிர்ச்செனி எனப்படும் HDAg. இந்த வைரசும் ஊசி மூலமே உள்ளே நுழைகிறது. 50 நாள்கள் வரை அடைக்கப்பட்ட பிறகே நோய் தோன்றுகிறது. இந்நோயிற்கு ஈரல் புற்று உண்டாக்கும் திறன் இல்லை. ஆனால் HBv உடன் சேரும்போது நோயாளியின் இறப்பு விகிதத்தை உயர்த்துகிறது.

ஈரல் அழல் A யும் Bயும் இரா பிற வகை. இவ்வகை நோய் மருத்துவர்களால் அறியப்பட்டதே வியப்பளிக்கும். இவ்வகை ஈரலழல் சீரவியல் எதிர்ச்செனி மற்றும் எதிர்ப்பொருள்கள் HAv அல்லது HBv இவற்றை ஒத்திருக்கவில்லை. இவ்வகையில் 3 வகை வைரஸ்கள் பங்கேற்க வாய்ப்புண்டு என்று நுண்ணுயிரியலார் கருதுகின்றனர். இவ்வகை வைரஸ்களும் ஊசி மூலமே பரவுகின்றன. ஆனால் மலம் மூலம் பரவவும் வாய்ப்புண்டு. இந்த வைரசின் அடைக் காப்புக் காலம் 15-150 நாள்கள். இந்நோயைச் சுட்டும் குறிப்பான சீரவியல் ஆய்வுகள் இல்லை. இதைப் பொதுவாக A, B ஈரல் அழலன்று என நீக்கிய பின்னரே நுண்ணுயிரியலார் அறிவர். கொல்லும் நோயான இதன் இறப்பு விகிதம் 1-2%.

நோய்ச் சிக்கல். பொதுவாக இந்நோய் கொள்ளை ஈரல் திறனிழப்பு (fulminant hepatic failure), ஈரல் - சிறுநீரக நோயியம் (hepato renal syndrome) ஆகிய தீங்கிழைக்கும் விளைவுகளை ஏற்படுத்தும்.

கொள்ளை ஈரல் திறனிழப்பு. அரிதாக நிகழும் இந்நோய் நிலையில் உடனடியாக மரணம் நிகழும். திடீரென ஈரல் முற்றிலும் செயல் திறனிழந்துவிடுவதால் மூளைநோய் (encepahlopathy) ஏற்பட்டு முதலில் எழுப்ப இயலா மயக்கமும் (coma) பிறகு மரணமும் ஏற்பட்டுவிடுகின்றன.

ஈரல் சிறுநீரக நோயியம். இந்நோய் நிலையில் ஈரலுடன் இணைந்து சிறுநீரகமும் சிறிது சிறிதாகச் செயல்வன்மை இழப்பதால் மரணம் நேரிடுகிறது. இதற்குப் பல்வேறு காரணங்கள் உண்டு. குருதி ஓட்டம் குறைவதால் குளோமருலா வடிகட்டும் வேகம் மட்டுப்பட்டு, சிறுநீரகம் செயல்வன்மையை இழக்கத் தொடங்குகிறது. ஈரல் சாதாரணமாக ஒரு குளோமருலா வடிகட்டும் திறனைக் கூட்டும் பொருளை உருவாக்குகிறது. சிறுநீரகச் செயல்பாட்டிற்கு இது மிகத் தேவை. ஈரல் செயல்திறனிழந்துவிடுவதால் இந்தப் பொருளும் உற்பத்தி செய்யப்படாமல் சிறுநீரகமும் செயல்திறன் இழந்துவிடுகிறது.

நோய்த் தடுப்பு முறைகள். நோயாளியிடம் நோய் தோன்றிய 2-3 வாரங்கள் வரை அவர் மலம் கழிக்கும் இடமும் அவர் கையாளும் பொருள்களும் ஏனையோரிடமிருந்து தவிர்க்கப்பட வேண்டும். நோயாளியின் மலம் மூலம் இவ்வைரஸ் 3 வாரங்கள் வரை வெளிவந்தவண்ணம் இருக்கும். மற்றவர்கள் உணவருந்தும் இடத்தை நெருங்கவும் பிறர் உணவை உண்ணுதலும் கூடாது. நோயாளியுடன் நெருங்கிப் பழகுவோர் கையைச் சோப்பால் நன்கு கழுவிய பின்னரே உண்ண வேண்டும்.

ஈரல் அழல் B வகை. இந்நோயாளியின் உடலிலிருந்து ஆய்வுக்குப் பெறப்படும் குருதி, சிறுநீர் போன்றவற்றைத் தொடவே கூடாது. குருதி எடுக்கப் பயன்பட்ட ஊசியும், குழலும் உடனே அழிக்கப்பட வேண்டும். ஒருமுறை பயன்படுத்தித் தூக்கியெறியும் ஊசியும், குழலும் ஏற்றவை. நோயாளி குருதிக்கொடை அளிக்கக்கூடாது.

குருதியூட்டலுக்குப் பின் தோன்றும் ஈரல் அழல். ஒருவர் பொருட்தேவைக்காக அடிக்கடி குருதி வழங்கிக் கொண்டிருந்தால், அவர் வழங்கும் குருதியில் ஈரல் அழல் தோற்றுவிக்கும் வைரஸ்கள் இருக்க வாய்ப்பு மிகுதி.

காமாகுளோபுலின் காப்பு

ஈரல் அழல் A வகை. நோயாளிகள் அனைவருக்கும் நிலைப்படுத்தப்பட்ட (standard) தடுப்பாற்றல் சீரம் குளோபுலின் வழங்க வேண்டும். 6 மாதத்திற்கு ஒருமுறை இத்தகு காப்புத் தேவை. உலகில் வெப்ப மண்டலம் மற்றும் முன்னேறிக் கொண்டிருக்கும் நாடுகளுக்குச் செல்வோருக்கும் இந்நோய் பற்றிக் கொள்ள வாய்ப்பு மிகுதி.

ஈரல் அழல் B வகை. இதற்குத் தயாரிக்கப்பட்டுள்ள ஈரல் அழல் B தடுப்பாற்றல் குளோபுலின் இன்றும் பரிசோதனை அளவிலேயே உள்ளது. இது 4-6 மாதங்களே தடுப்பாற்றல் வழங்குகிறது.

குருதி உள்ளூடுருவலுக்குப் பின் விளையும் ஈரல் அழல். இவ்வகை ஈரல் அழல் ஏற்படாமல் காப்பாற்ற நிலைப்படுத்தப்பட்ட தடுப்பாற்றல் கொண்ட சீரம் குளோபுலின் போதுமானது.

மருத்துவம். நச்சுயிர் ஈரல் அழல் நோயாளியின் ஈரல் எந்த அளவு கெட்டுள்ளது என்பதனைப் பலவகை ஈரல் வினையாற்றும் திறன் ஆய்வுகளால் (liver function tests) வரையறுக்க வேண்டும். குருதி உறையும் நிலையையும் புரோத்ரோம்பின் ஆய்வு மூலம் அடிக்கடி அளவிட வேண்டும். ஐயம் தோன்றினால் ஈரல் அழல் B மேலுறை எதிர்ச்செனி உள்ளதா எனக் கண்டு நோயை அறுதியிட வேண்டும். சர்க்கரையினால் ஆகிய பண்டங்கள், சோடா நீர், பழச்சாறுகள் ஆகியவற்றை அளிக்க வேண்டும். இவை இந்நோயாளிக்குத் தோன்றும் வாந்தியைப் பெருமளவு கட்டுப்படுத்தும். பசியின்மை மிகுந்திருந்தால் 10% குளுக்கோஸ் சிரை வழியே செலுத்த வேண்டும். அனைத்து வைட்டமின்களையும் தகுந்த அளவில் நோயாளிக்குக் கொடுக்க வேண்டும். வயது முதிர்ந்தோருக்கும், உடல் வன்மையற்றோருக்கும், சிறுமியருக்கும் முழு ஓய்வு தேவை.

கார்டிகோஸ்டீராயிடுகள். சாதாரணமாக ஈரல் அழலுக்கு இவையே மிகச் சிறந்தவை. உடனே பசியும், குருதியில் ஈரல் அழலை ஓரளவு சுட்டும் சீரம் பிலிருபின் அளவும், டிரான்ஸ் அமினேஸ் நொதியின் அளவும் பெருமளவு குறைந்துவிடும்.

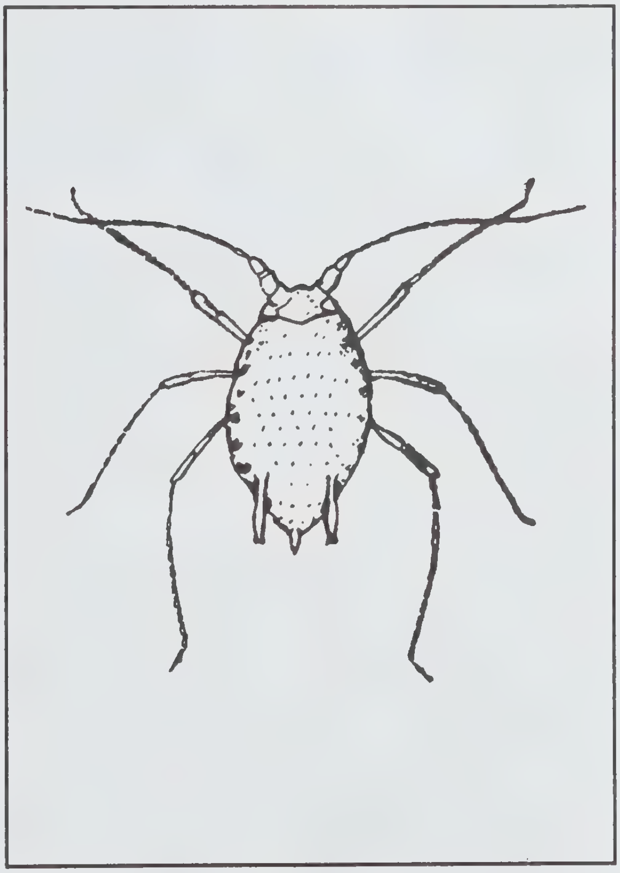
- **ஆர். தனஞ்செயன்**

துணை நூல். V.A. Livolsi, et.al., *Pathology,* Second Edition, Johnwiley and sons, 1989.

நச்சுயிரி நோய்ப் பரப்பி

செடிகளைத் தாக்கும் பூச்சிகள் பெரும்பாலான நச்சுயிரி நோய்களைப் பரப்பும் காரணிகளாக இருக்கின்றன. பூச்சிகள் நோய் தாக்கிய செடியின் சாற்றை உறிஞ்சிவிட்டு நோய் தாக்காத செடிகளைத் தாக்கும்போது நச்சுச் சாற்றை உட்செலுத்துகின்றன. எனவே பிற செடிகளுக்கும் நோய் தொற்றுகிறது.

இருமுறைகளில் பூச்சிகள் நச்சுயிரிகளைப் பரப்புகின்றன. முதல் வகையில் பூச்சிகள் நோய்கண்ட செடிகளை உண்ணும்போது நச்சுயிரிச்சாறு பூச்சிகளின்



அசுவுணி

வாய்ப்பகுதியில் ஒட்டுகிறது. இப்பூச்சிகள் நோயினால் பாதிக்கப்பட்டிராத செடிகளை உண்ணத் தலைப்படும்போது வாயில் ஒட்டியுள்ள நச்சுயிரிச்சாறு

செடியின் மேல்தோலில் சிறிதளவு உட்செல்கிறது. இதனால் அச்செடிகளிலும் நோய் பரவுகிறது. இவ்வகையில் பரவும் நச்சுயிரிகளை உறிஞ்சுகுழல், வாய்ப்பகுதிகளின் மேல் ஒட்டிப் பரவும் நச்சுயிரிகள் எனலாம்.

இரண்டாம் வகையில் உறிஞ்சுகுழல், வாய்ப்பகுதியைக் கொண்ட பூச்சிகள் நோய்கண்ட செடியின் சல்லடைக் குழாய்த் தசை வரை உறிஞ்சுகுழலைச் செலுத்தி நச்சுக்காற்றை உறிஞ்சுகின்றன. இதனால் பூச்சியின் உடல் முழுவதும் இந்நச்சுயிரிச்சாறு குருதியுடன் சுழல்கிறது. நோய்த் தாக்காத செடிகளை நாடும்போது இந்நச்சுயிரிச்சாறு மீண்டும் அச்செடிகளில் செலுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு பரவும் நச்சுயிரிகளைச் சுழலும் நச்சுயிரிகள் எனலாம்.

சிலவகைப் பூச்சிகளில் உடல் முழுவதும் பரவிய நச்சுயிரிகள் உடலிலேயே தங்கிப் பெருகுகின்றன. இவ்வகை நச்சுயிரிகள் நோய்ப் பரப்பும் பூச்சிகளின் உடலிலேயே வளர்ந்து பெருகிப் பூச்சிகளின் பின் தலைமுறைக்கும் வழித்தோன்றல் தன்மையுடன் முட்டை வழியாக உட்புகுத்தப்படுகின்றன.

நச்சுயிரியை எடுத்துக் கொள்வதற்குப் பூச்சிகள் நோய்கண்ட செடிகளுடன் குறிப்பிட்ட காலம் தொடர்பு கொள்ள வேண்டும். இக்காலம் பூச்சிகள் நச்சுயிரியைத் தொற்றும் காலம் அல்லது பெறும் காலம் (acquisition thereshold) எனப்படும். அதேபோல நச்சுயிரிச் சாற்றைப் பூச்சிகள் எடுத்துக் கொண்ட பின் அவற்றை உட்புகுத்துவதற்கும் குறிப்பிட்ட காலம் நோய் கண்டிராத செடிகளுடன் தொடர்பு கொள்ள வேண்டும். இக்காலம் நச்சுயிரியை உட்செலுத்தும் காலம் (inculation thereshold) ஆகும். இக்காலங்கள் பூச்சி வகையைப் பொறுத்தும் நச்சுயிரிகளைப் பொறுத்தும் வேறுபடும். வெள்ளரித்தேமல் நச்சுயிரி கண்ட செடிகளிலிருந்து ஏபிஸ்பேபே என்னும் அசுவுணிகள் ஐந்து நிமிடங்களிலேயே நச்சுயிரியைத் தொற்றிக் கொள்கின்றன. உருளைக்கிழங்கு இலை நரம்புக் கருத்தல் நச்சுயிரியைத் தொற்றிக்கொள்ள மைசிஸ்பெர்சிகே என்னும் அசுவுணிகளுக்கு இரண்டு நிமிடங்கள் போதும். ஆனால் உருளைக்கிழங்கு இலை உருள்வு நச்சுயிரியைத் தொற்றிக் கொள்ள மைசிஸ்பெர்சிகே அசுவுணிகளுக்கு ஆறு மணி நேரம் தேவைப்படுகிறது.

நச்சுயிரியைப் பூச்சிகள் தொற்றிக் கொண்ட பின் அவற்றைப் பரப்பும் திறனைப் பெறச் சிறிது காலம் பொறுத்திருக்க வேண்டும். இக்காலத்திற்கு நச்சுயிரி உள்வளர் காலம் எனப்பெயர். உருளைக்கிழங்கு இலை உருள்வு நச்சுயிரியைப் பெற்றுக் கொண்ட மைசிஸ்பெர்சிகே அசுவுணிப் பூச்சிகளின் உள்வளர் காலம் 24-54 மணி நேரமாகும். ஆனால் இவ்வகை அசுவுணிகளில் செங்கிழங்கின் மஞ்சள் நச்சுயிரி வளர்வதற்கு ஏற்ற உள்வளர் காலம் 30 நிமிடங்கள் மட்டுமேயாகும்.

சில பூச்சிகள் ஒரு முறை நோய்த் தொற்றினால் சிலகாலம் வரையே நச்சுயிரித் தன்மையைக் கொண்டிருக்கின்றன. இதற்குப் பின்பு நச்சுயிரின் பரப்பும் திறன் அழிந்துவிடுகிறது. ஆனால் ஒருசில வெள்ளைப் பூச்சிகளில் ஒருமுறை நச்சுயிரி நோய்த் தொற்றினால் அவை உயிருள்ளவரை அந்நச்சுயிரியைப், பரப்பும் திறனை அழியாமல் பெற்றிருக்கும் இயல்புடையவை.

அண்மைக்காலத்தில் நச்சுயிரிகளுக்கும் அவற்றைப் பரப்பும் பூச்சிகளுக்கும் உள்ள தொடர்பைப் பற்றிய பல்வேறு ஆய்வுகள் நடந்து வருகின்றன. பூச்சிகள் நச்சுயிரிகளைத் தொற்றிக் கொண்டபின் எவ்வளவு காலம் வரை நச்சுயிரியைப் பரப்பும் திறனைப் பெற்றிருக்கின்றன என்பதை அடிப்படையாகக் கொண்டு நச்சுயிரிகளைத் தங்கிநிற்கும் நச்சுயிரிகள், தங்கிநில்லா நச்சுயிரிகள் என்னும் இரு பிரிவுகளாகப் பிரித்துள்ளனர்.

வெட்டுக்கிளி, வண்டு, புழு, அசுவுணி, தத்துப்பூச்சி, வெள்ளைப் பூச்சி, மாவுப் பூச்சி, பேன், சிலந்திப்பேன் முதலானவற்றால் நச்சுயிரி நோய்கள் பரவுகின்றன.

- கா. சிவப்பிரகாசம்

துணை நூல். K.M. Smith, *Plant Viruses,* Methuen and company Ltd, London, 1960.

நச்செதிரி

நுண்ணுயிர்களின் நச்சுத் தன்மையை எதிர்ப்பதற்காகவும், அதனால் நோயுண்டாகாமல் தடுப்பதற்காகவும் வழங்கப்படும் மருந்துகள் நச்செதிரிகள் (antitoxins) ஆகும். இது ஏம மருத்துவத்தைச் (immunotherapy) சார்ந்தது; பணிப்பு ஏமளிப்பு (passive immunisation) முறைகளில் இதுவும் ஒன்று.

ஓர் உயிரியினின்று எதிர்ப்பொருள்களை (antibodies) எடுத்துப் பிறிதோர் உயிருக்கு வழங்கி, அதன் மூலம் நோயைத் தடுப்பதும் நோய் விளைவுகளை எதிர்ப்பதுமே நச்செதிரிகளின் பணியாகும்.

நுண்ணுயிர்களின் நச்சியங்கள் (toxins) நச்சனையங்கள் (toxoids) அல்லது வீரியங்குறைக்கப் பட்ட நுண்ணுயிர்கள், உயிரிழந்த நுண்ணுயிர்கள் போன்றவற்றை ஓர் உயிரியின் உடலுக்குள் உட்செலுத்துவதன் மூலம் அவ்வுயிரியின் உடலில் எதிர்ப்பொருள்கள் உருவாக வழியேற்படுகிறது. எதிர்ப் பொருள்கள் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு குருதிச் சுற்றோட்டத்தில் கலக்கின்றன. நோயெதிர்ப்பு எதிர்ப்பொருள்கள் இருக்கக்கூடிய குருதி நீரை அவ்வுயிரியின் குருதியினின்று பகுத்தெடுத்து நோயாளிக்கு அளித்தால் அவர்களை நோயின் தாக்குதலினின்று காக்கலாம். நுண்ணுயிர்களின் நச்சுத் தன்மைக்கு எதிராகச் செயல்படும் இந்த எதிர்ப்பொருள் நச்செதிரிகளாகும்.

தொண்டை அடைப்பான் (diptheria) இசிவு (tetanus), வளி அழுகல் (gas gangrene) போன்ற நோய் நுண்ணுயிர்களை எதிர்க்கும் நச்செதிரிகள் மருத்துவ உலகில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. தொடர்புடைய நுண்ணுயிர்களின் நச்சினைக் குதிரைகளின் உடலுக்குள் செலுத்தி, குறிப்பிட்ட நோய்க்கான நச்செதிரிகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

குதிரைகளின் உடலுக்குள் நச்செதிர்ப்புப் பொருளைச் செலுத்துவது துடிப்பு ஏமளிப்பு (active immunisation) முறையாகும். அதன் விளைவாக ஏம வினைப்படி எதிர்ப்பொருள்கள் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு அவை குதிரையின் குருதியில் கலக்கும். இக்குதிரையின் குருதியை வெளியெடுத்து அதனின்று எதிர்ப்பொருள்கள் இருக்கும் குருதி நீரைப் பகுத்துவிடலாம். எதிர்ப்பு மிக்க இக்குருதி நீர், நச்சு எதிரியாகப் பாதுகாக்கப்பட வேண்டும்.

தொண்டை அடைப்பான், இசிவு, அழுகல் போன்ற ஏதேனுமொரு நோய் கண்டோருக்கு, உடனடியாக இந்நச்சு முறியம் அளிக்கப்படுகின்றது. நோய் கண்டவரின் குருதியில் நச்சியம் இருக்கும். நச்செதிரி நச்சியத்துடன் எதிர்த்துப் போராடி நச்சுத் தன்மையைப் போக்குவதுடன் நோய் வராமலும் தடுக்கிறது.

இவ்வகையில் பாம்புக் கடிக்கும் மருத்துவம் அளிக்கப்படுகிறது. பாம்பு நச்சு ஆய்வு அளவுகளில் குதிரைகளுக்குச் செலுத்தப்பட்டால், அதுவே எதிர்ப்பொருள் உற்பத்தியைத் தூண்டும். முன்னர்க் கூறிய முறையில் எதிர்ப்பொருள் குருதி நீர் பாதுகாக்கப்படும். இதுவே பாம்பு எதிர் நச்சு (snake antivenom) எனப்படுகிறது. நச்சுப் பாம்பு கடித்த ஒருவருக்கு இதனை ஊசி மூலம் குருதியில் செலுத்தியவுடன் நச்சிற்கு எதிராகச் செயல்பட்டு மரணத்திலிருந்து காக்கிறது.

நச்செதிரிகள் மூலம் உண்டாகும் ஏம மருத்துவத்தில் சில முக்கிய பயன்களுண்டு. இம்முறைகளில் நோய் வருவதற்குமுன் தடுக்க முயலலாம். நோய் வந்த பின் தடுப்பு முறைகள் பயன்தாரா. இந்நிலையில் உடனடியாக உடலில் ஏமத்தைத் தோற்றுவித்து நோய் நச்சினை எதிர்க்க வேண்டும். அவ்வகையில் ஆயத்தமாக உள்ள நச்செதிரியை உட்செலுத்துவது நோயிலிருந்து நோயாளியை மீட்கும் அவசரகால மருத்துவ முறையாகும். ஏறத்தாழ மரண நிலையில் உள்ளோரைக் காப்பாற்ற இவ்வகை மருத்துவம் சிறந்தது.

பணிப்பு ஏம முறையான நச்செதிரி மருத்துவத்தின் பயன் விளைவுகள் குறுகிய காலத்திற்கே நிலைத்து நிற்கும். நச்செதிரியின் எதிர்ப்பொருள்கள், வேறு ஏதோவொரு விலங்கின் உடலில் உருவாக்கப்பட்டவை. எனவே அவை நோயாளியின் உடலுக்கு வேற்றுப் புரதங்களே (foreign proteins) ஆகும். வேற்றுப் புரதங்களை உடல் மிக விரைவில் வெளித் தள்ளுவதால், இந்த எதிர்ப்பொருள்களால் கிடைக்கக் கூடிய எதிர்ப்பாற்றல், ஏழு அல்லது பத்து நாள்களுக்கு மேல் நீடிக்க வகையில்லை. இவ்வாறே நச்செதிரியால் கிடைக்கும் காப்பு, நீண்ட நாள்களுக்கு நீடிப்பதில்லை. நோயாளியின் ஏம மண்டலம் (immune system) எச்செய்தியையும் இதன் மூலம் பெறுவதில்லை. எனவே நச்செதிரி குருதியில் இருக்கும் வரை மட்டுமே பாதுகாப்பு கிடைக்கிறது.

- *சுதா சேஷய்யன்*

நஞ்சுக் கொடி விழாதிருத்தல்

நஞ்சு என்பது கன்று பிறந்த பின்பு கால்நடைகளால் கருப்பையிலிருந்து வெளியே தள்ளப்படுவது ஆகும். நஞ்சுக் கொடி வழியேதான் தாய் வயிற்றில் இருக்கும் கன்றிற்கு உணவுப் பொருள்கள் சென்று அடைகின்றன.

இந்த நஞ்சுக்கொடி கன்றுக்கும், தாய்க்கும் தொடர்புடையதாகும். இது கன்று பிறக்கும்போது கன்றுடனோ அதன் பிறகோ வெளித் தள்ளப்படும். இவை கால்நடைகளின் இனத்திற்கு ஏற்ப மாறுபடும். கன்றோ, குட்டியோ கருப்பையில் இருந்து வெளித் தள்ளப்பட்டவுடன் கருப்பை சினைக் காலத்தில் இருந்ததைவிட அதிக அளவில் சுருங்கும். அதன் விளைவாகக் கருப்பையில் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும்

நஞ்சுக் கொடி கருப்பையிலிருந்து பிரிந்து வெளியே தள்ளப்படும். ஆனால் சில சமயங்களில் நஞ்சுக்கொடி குட்டிப் பிறந்தவுடன் வெளித்தள்ளப்படாமல் உள்ளேயே இருக்கும். இதற்கு இவை சாதாரணமாகச் சத்துள்ள உணவுகள் கொடுக்கப்படாமை, சில சமயங்களில் போதுமான ஹார்மோன்களைச் சுரப்பிகள் சுரக்காமை குறிப்பிட்ட நாள்களில் கன்று ஈனாது சினைக் கால நாள்கள் நீடித்தல், தாது உப்புகள், வைட்டமின்கள் (குறிப்பாக வைட்டமின் A) குறைவு ஆகியன காரணங்களாக இருக்கலாம்.

பொதுவாக இந்த நஞ்சுக்கொடி கால்நடைகளில் (பசுக்கள், எருமைகள்) அதிகமான கெடுதலை விளைவிப்பதில்லை. ஒருநாள் வரை பொறுத்து அப்படியும் நஞ்சுக் கொடி விழவில்லை எனில் தக்க நேரத்தில் கால்நடை மருத்துவரை அணுகி நஞ்சுக்கொடியைக் களையலாம்.

- எஸ்.இராம்பிரசாத்

நட்சத்திர மீன்

இது முட்தோலிகள் (echinodermata) தொகுதியில் ஆஸ்டிராய்டியா வகுப்பின் கீழ் வரும் விண்மீன் போன்ற தோற்றமுடைய முதுகெலும்பற்ற உயிரியாகும். நட்சத்திர மீன் (star fish) கடலில் மணற்பாங்கான இடங்களிலும் பாறை மிகுந்த இடங்களிலும் வசிக்கிறது. இதன் உடல் முதுகுபக்க வயிற்றுப்பக்கத் தட்டையாக (dorso ventral flattening) ஐந்து ஆரச்சமச்சீரமைப்பைக் கொண்டது. மையத் தட்டுப் (central disc) போன்ற உடற்பகுதியுடன், விந்து ஆரங்களில் இணைந்துள்ள ஐந்து கைகள் உள்ளன. வயிற்றுப்பக்கம், வாய்ப்புறம் (oral side) எனவும், முதுகுப்புறம், வாய் எதிர்ப்புறம் (aboral side) எனவும் குறிக்கப்படும்.

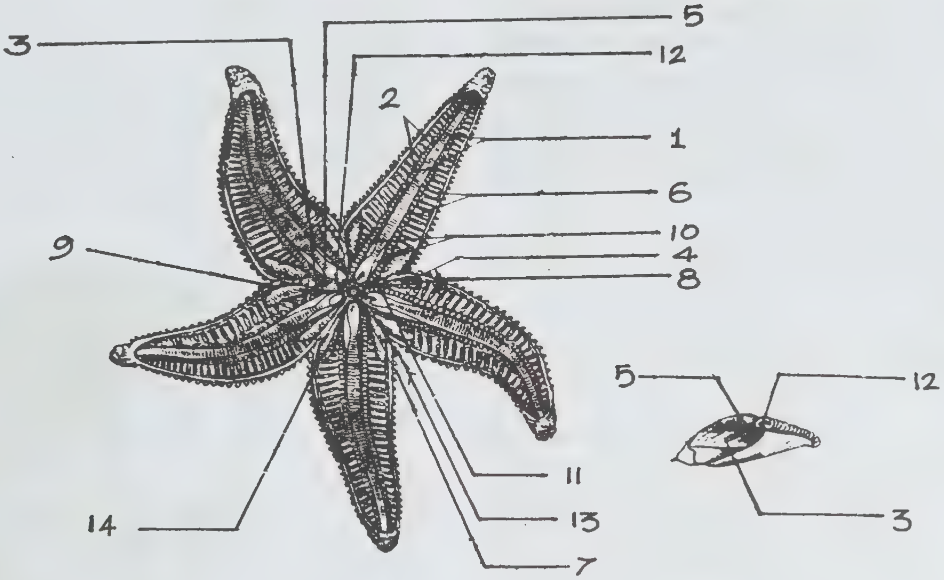
உடலின் மேற்புறம் சிறிய முள் போன்ற அமைப்பு உள்ளது. இவ்வமைப்பின் இடையிடையே இடுக்கி உறுப்புக் (pedicellaria) காணப்படுகிறது. இதனால் உடலின் மேலே படும் வேற்றுப் பொருள்களை நீக்க முடிகிறது. வாய் எதிர்ப்புறத்தில் பல துளைகளையுடைய ஒரு கற்சல்லடைத்தட்டு (madreporite plate) உள்ளது. இதன் வழியாக நீர் உள்ளே சென்று உட்புற நீர்ச் சுழற்சி மண்டலத்தை அடைகிறது.

முட்தோலிகளுக்குரிய சிறப்புப் பண்பான நீர்ச் சுழற்சி மண்டலம் (water vascular system) நட்சத்திர மீனில் குறிப்பிடத்தக்கதாகும். நீரால் நிரப்பப்பட்ட பல கால்வாய்களைக் கொண்ட இம்மண்டலத்தின் வாயிலாகவே நட்சத்திர மீனின் இயக்கம் நடைபெறுகிறத. நட்சத்திர மீன் புழு, மட்டி, கடின ஒட்டுக் கணுக்காலி (Crustaceae) ஆகியவற்றைத் தன் ஆற்றல் வாய்ந்த கைகளின் உதவியால் பற்றும்; பின்னர் இதன் குடல் வெளியில் வந்து உணவை உண்டு செரித்த பிறகு, மீண்டும் உள்ளே இழுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

உடற்குழியின் ஒரு பகுதி திறந்த கால்வாய் மண்டலம் (haemal system) ஆகும். இதில் கடல் நீரும் அமிபோசைட் என்னும் செல்களும் உள்ளன. குருதி மண்டலம் போல் செயல்படும் இதில் தனிப்பட்ட சுவாச, கழிவு நீக்க உறுப்புகள் இல்லை. சுவாசம், தோல் செவுள்கள் (dermal branchiae) மூலமாகவும், கழிவு நீக்கம் உடற் குழி நீர்மத்திலுள்ள அமிபோசைட் மூலமாகவும் நடைபெறும். நரம்பு மண்டலத்தில் நரம்பு வலைப்பின்னலும், வளையங்களும், நரம்புச் செல்களும் உண்டு. அது நான்கு துணை மண்டலங்களாகப் பிரிந்துள்ளது. ஒவ்வொரு கையின் முனையிலும் ஒரு தொடு உணர் நீட்சியும் (tentacle) ஓர் ஒளி உயர் உறுப்பான கண் புள்ளியும் (eye spot) உள்ளன.

நட்சத்திர மீனின் ஆண், பெண் உயிரிகள் தனித் தனியாகக் காணப்படுகின்றன. புறக் கருவுறுதல் (external fertilization) உடலின் வெளியே கடல் நீரில் நடைபெறுகிறது. கரு முட்டையிலிருந்து இரு பக்கச் சமச்சீரமைப்புடைய வேற்றிளவுயிரி (bipinnaria larva) தோன்றுகிறது. இது ஒளி ஊடுருவத்தக்க உடலுடைய நீர் மேற்புறம் (pelagic) நீந்தி வாழும் உயிரியாகும். இவ்வுயிரிக்கு 12 கைகள் உள்ளன. சில காலம் நீந்திய பிறகு இது புதிய கைகளை வளர்த்துக் கொள்ளும். அந்தக் கைகள் ஏதேனும் அடித்தளத்தில் ஒட்டிக் கொள்ளப் பயன்படும். இது ஒட்டிய நிலை வேற்றிளவுயிரி (brachiolaria larva) ஆகும். இது ஏதேனும் ஓர் அடித்தளத்தில் ஒட்டிய பிறகு இதன் உடலின் ஒரு பகுதியிலிருந்து ஆரச்சமச்சீரமைப்புடைய நிலையான முதிர் நட்சத்திர மீன் வளர்ந்து பிரிந்து செல்கிறது. நட்சத்திர மீனில் இழப்பு மீட்டல் (regeneration) மூலம் இழந்த பகுதிகள் வளர்வதோடு, உடலிலிருந்து உடைந்த சில துண்டுகளிலிருந்து புதிய நட்சத்திர மீன் வளர்வதும் உண்டு.

நட்சத்திர மீனில் ஆஸ்டிரோபெக்டன் (Astropecten), ஆஸ்டீரியாஸ் (Asterias) ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கன. நட்சத்திர முத்துச்சிப்பி, இறால் ஆகியவற்றைப்



1. நீர்ச்சுழற்சி மண்டலத்தகடு, 2. குழாய்ப்பாதப் பிதுக்கப்பை 3. அச்சுப்பைக் குழிவு, 4. இனவுறுப்பு, 5. அச்சு உறுப்பு 6. ஓரத்தகடு 7. நரம்பு வளையம், 8. உணவுக்குழல் முனை, 9. வாய்சூழ்பகுதி, 10. வயிற்றுச் சுருங்குதசை, 11. ஆரத்தட்டு அடுக்கு, 12. கல் கால்வாய், 13. சிறு குமிழ், 14. நீர்ச்சுழற்சி வளையக் கால்வாய்

படம் 1. நட்சத்திர மீன் (*Asterias rubens*)

நட்சத்திரமீனின் வகைகள்

பெருமளவில் உண்ணுவதால் முத்துப்பண்ணை, இறால் பண்ணை ஆகியவற்றுக்கு இது எதிரியாக விளங்குகிறது.

- *வெ. கிரிஜாபாய்*

துணை நூல். W.D. Russell - Hunter, *A Life of Invertebrates,* Macmillan publishing company, New york, 1970.

நட்சன் எண்

பாய்ம எந்திரவியலில் (fluid mechanics) பயன்படும் ஓர் எண், நட்சன் எண் எனப்படும்.

ஒரு பாய்ம மூலக்கூறு இரு மோதல்களுக்கிடையே கடக்கும் தொலைவு மோதலிடைத் தொலைவு எனப்படும். இது இரண்டு அடுத்தடுத்த மோதல்களுக் கிடையே கடக்கும் சராசரித் தொலைவு, சராசரி மோதலிடைத் தொலைவு (mean free path) எனப்படும்.

'l' என்பது பாய்ம மூலக்கூறின் சராசரி மோதலிடைத் தொலைவு எனவும் 'L' என்பது பாய்மக் கட்டமைப்பின் (structure) சிறப்பியல்பு நீளம் (characteristic length) எனவும் கொண்டால் l / L என்னும் விகிதம் நட்சன் எண்ணைக் குறிக்கும்.

பொருளின் அளவைவிடப் பாய்மத் துகள்களின் சராசரி மோதலிடைத் தொலைவு மிகவும் சிறியதாய் இருந்தால் பாய்மத்தை ஒரு தொடர்ச்சி ஊடகமாய்க் (continuum) கருதலாம். மோதலிடைத் தொலைவு பாய்மப்பகுதியின் அளவை ஒத்தோ, மிகுந்தோ இருந்தால் அப்பாய்மத்தைச் சிறுசிறு துகள்கள் கொண்டதாகக் கருத வேண்டும்.

நட்சன் எண்ணின் மதிப்பு 0.01க்குச் சமமாகவோ குறைவாகவோ இருந்தால், (அதாவது $l/L \leq 0.01$) பாய்ம ஓட்டத்தை வளிம இயக்கவியல் (gas dynamics) முறைகளால் கண்டறியலாம்.

நட்சன் எண்ணின் மதிப்பு ஏறத்தாழ 1க்குச் சமமாக இருந்தால் (அதாவது $l/L \sim 1$) பாய்மத்தின் பண்பினை வழுக்கு ஓட்டம் (slip flow) எனக் கருதலாம்.

நட்சன் எண்ணின் மதிப்பு 10க்குச் சமமாகவோ மிகுதியாகவோ இருந்தால் அதாவது $l/L \geq 10$ என்னும் நிலையில், பாய்ம ஓட்டத்தைத் தனித்த மூலக்கூறு ஓட்டம் (free molecular flow) எனலாம்.

- *மூ.நா. சீனிவாசன்*

நட்டா, கியுலியோ

இத்தாலிய வேதியியலாளரான கியுலியோ நட்டா (Giulio Natta) ஜெர்மானிய வேதியியலாளரான கார்ல் சைக்ளர் என்பாருடன் இணைந்து 1963ஆம் ஆண்டு நோபல் பரிசு

பெற்றார். இவர்களின் ஆய்வுகள் நெகிழி, படலம், நார், செயற்கை ரப்பர் உருவாக்கத் தேவையான உயர் மூலக்கூறு நிறை பல்லுறுப்பிகள் தயாரிக்க அடிப்படை யாக அமைந்தன.

இவர் இம்பீரியா என்னும் இடத்தில் 1903ஆம் ஆண்டு பிப்ரவரி 26ஆம் நாள் பிறந்தார். 1924இல் பாலிடெக்னிக்கோ டி மிலோனோ எனும் கல்லூரியில் வேதிப்பொறியியலில் முனைவர் பட்டம் பெற்ற பின்னர் பாவியா, ரோம், டூரின் ஆகிய பல்கலைக்கழகங்களில் வேதியியல் பேராசிரியராகப் பணியாற்றினார். 1938ஆம் ஆண்டு பாலிடெக்னிகோ கல்லூரிக்குத் திரும்பி பேராசிரியராகவும் தொழிலக வேதியியல் பிரிவில் ஆய்வு இயக்குநராகவும் பதவியேற்றார். நட்டா மேற்கொண்ட ஆய்வுகள் மெத்தனால், ஃபார்மால்டிஹைடு, பியூட்டிரால்டிஹைடு, சக்சினிக் அமிலம் போன்ற தொழிலகப் பயன்மிகு சேர்மங்களைத் தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கத் தேவையான தொழில்நுட்ப முறைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டிருந்தன. 1953ஆம் ஆண்டுத் தொடக்கத்தில், பெருமூலக்கூறுகள்

(macromolecules) பற்றிய ஆய்வில் இவர் ஈடுபலானார். சைக்ளர் வினைவேகமாற்றிகளைப் பயன்படுத்திப் புரோப்பிலீனைப் பல்லுறுப்பாக்கம் செய்து சீரான அமைப்புடைய பாலி புரோப்பிலீன்களைப் பெற்றார். உயர் வலிமை மற்றும் உருகுநிலையுடைய இப்பல்லுறுப்பிகள் மிக விரைவிலேயே தொழிலகப் பயன்மிகு பொருள்களாக விளங்கின. நட்டா 1979ஆம் ஆண்டு மேத் திங்கள் 2ஆம் நாள் இத்தாலியில் பெர்காமோ என்னும் இடத்தில் காலமானார்.

- த. தெய்வீகன்

நடமாடும் கால்நடை மருந்தகம்

அரசுத் துறைகளின் பல்வேறு திட்டங்களின் வாயிலாக வங்கிகளின் உதவியுடன் வழங்கப்படும் கால்நடைகளின் நலத்தைப் பேணிக் காக்கவும், மருத்துவ வசதியற்ற, உள்ளமைந்த சிற்றூர்களிலும் கால்நடை மருத்துவப் பணிகளை மேற்கொள்ளும் பொருட்டும், நடமாடும் கால்நடை மருந்தகங்கள் தொடங்கப்பட்டு இயங்கி வருகின்றன.

பயன்கள். கால்நடை மருந்தகங்கள், கால்நடை மருத்துவக்கிளை நிலையங்கள் போன்ற எவ்வித மருத்துவ வசதியும் இராத குக்கிராமங்களிலும் சிற்றூர்களிலும் இத்தகைய நடமாடும் கால்நடை மருந்தகங்கள் இயங்குவதால் அப்பகுதி மக்களுக்குப் பெரும்பயன் விளைகிறது. பல்வேறு திட்டங்களின் வாயிலாகச் சிறு விவசாயிகளுக்கும், குறு விவசாயிகளுக்கும், நிலமற்ற விவசாயக் கூலிப் பணியாளர்களுக்கும் வழங்கப்பட்டுள்ள கால்நடைகளுக்குச் சிறப்புக் கவனம் செலுத்தி மருத்துவ மற்றும் ளபராமரிப்புப் பணிகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. இதனால் கால்முறிவு, பால்காய்ச்சல் போன்ற நோய்களால் தாக்குண்ட கால்நடைகளுக்கு அவற்றின் இருப்பிடங்களிலேயே மருத்துவமளிக்க முடிகிறது.

நோய்வாய்ப்பட்ட கால்நடைகளை அருகிலுள்ள கால்நடை மருந்தகத்திற்கு நடத்திச் சென்று மருத்துவம் அளித்துத் திரும்பி வருவதால் விவசாயிகளுக்குக் கால அளவும், வேலைச் சுமையும் குறைகின்றன. மிரளும் தன்மையுடைய கால்நடைகள் அண்மையில் கன்று ஈன்ற கறவை மாடுகள் போன்றவற்றை மருத்துவமனையில் காட்டுவதற்காகப் போக்குவரத்து மிகுந்த முக்கிய வழித்தடங்களில் கொண்டு சென்று வருவதில் ஏற்படும் கடினமும் தவிர்க்கப்படுகிறது. குறிப்பாக, மலை உறைவிடங்களில் வசிக்கும் விவசாயிகள் தங்கள் கால்நடைகளை, கால்நடை மருந்தகத்திற்கு நீண்ட தொலைவு கொண்டு சென்று வருவது மிகக் கடினமாகும். இந்நிலையில் நடமாடும் மருந்தகங்கள் பெருந்துணை புரிகின்றன.

சினைப் பருவத்தில் இருக்கும் பசு, எருமைகளுக்குத் தகுந்த நேரத்தில் அலைச்சலின்றிச் செயற்கை முறைக் கருவூட்டல் செய்யவும் அவ்வப்போது கால்நடைப் பராமரிப்புத் துறையினரால் நடத்தப்பட்டு வரும் மக்கள் தொடர்பு முகாம்கள், மலடு நீக்க மருத்துவ முகாம்கள் போன்றவற்றிற்குப் போதுமான விளம்பரம் செய்திடவும் இம்மருந்தகங்கள் பயனாகின்றன.

அமைப்பு முறைகள். கால்நடைப் பராமரிப்புத் துறையின் நிர்வாகத்திற்காக இரண்டு அல்லது மூன்று வட்டங்களை ஒருங்கிணைத்துச் சரகங்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இத்தகைய சரகங்களில் பெரும்பாலும் ஒரு நடமாடும் கால்நடை மருந்தகம் செயல்பட்டு வருகிறது. சில சரகங்களில் மலை உறைவிடங்கள் இருக்குமாயின் அதற்கென ஒரு தனி நடமாடும் கால்நடை மருந்தகம் இருப்பதுண்டு. தமிழ்நாட்டில் இத்தகைய மருந்தகங்கள் தாளவாடி, கொல்லிமலை போன்ற இடங்களில் செயல்பட்டு வருகின்றன. நடமாடும் கால்நடை மருந்தகத்தின் முழுப் பொறுப்பில் ஒரு கால்நடை உதவி மருத்துவரும், அவருக்கு உதவியாக ஒரு கால்நடை ஆய்வாளர் மற்றும் இரண்டு கால்நடைப் பராமரிப்பு உதவியாளர் இருப்பர்.

நடமாடும் கால்நடை மருந்தகத்தில் செயற்கை முறைக் கருவூட்டலுக்கென நீர்ம நைட்ரஜன் குடுவை, நீர்ம நைட்ரஜன் மற்றும் உறைவிந்துத் தட்டைகள் ஆகியவை வழங்கப்பட்டிருக்கும். மேலும் தேவையான துணைக் கருவிகளும், அறுவைக் கருவிகளும் அமைந்திருக்கும்.

கிராமங்களைத் தேர்வு செய்தல். நடமாடும் கால்நடை மருந்தகங்கள் வாரத்தில் திங்கள் முதல் வெள்ளி வரை இயங்கும். ஒவ்வொரு நாளும் குறிப்பிட்ட கிராமங்களுக்குக் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் சென்று செயல்படும். இப்பணிக்கெனக் கிராமங்கள் தேர்வு செய்யப்படும்போது பின்வரும் வழிமுறைகள் கடைப்பிடிக்கப்படுகின்றன: சரகத்தில் உள்ள அனைத்து ஒன்றியங்களிலும் செய்லபடும் வகையில் கிராமங்கள் தேர்வு செய்யப்பட வேண்டும்; அக்கிராமம் சுற்றிலுமுள்ள பல குக்கிராமங்களுக்கு ஒரு மையப் பகுதியாக இருத்தல் வேண்டும். இப்பகுதியில் அரசுத் திட்டங்களின் வாயிலாகக் கடனுதவி வழங்கப்பட்ட

கால்நடைகளின் எண்ணிக்கை குறிப்பிடத்தக்க வகையில் இருக்க வேண்டும். கால்நடைக் கணக்குப்படி கால்நடைகளின் எண்ணிக்கை மிகுதியாக இருக்க வேண்டும். மிக அருகில் கால்நடை மருந்தகங்களோ, கால்நடை மருத்துவக் கிளை நிலையங்களோ இருக்கக் கூடாது. தாழ்த்தப்பட்ட வகுப்பினர் பெரும்பான்மையாக வசிக்கும் பகுதியாக இருக்க வேண்டும். ஊர்திகள் சென்றுவரும் பாதை வசதியாகவும் சென்ற திசையிலேயே மீண்டும் திரும்பி, எரிபொருளை வீணடிக்காத வகையிலும் இருக்க வேண்டும்.

இவ்வாறு கிராமங்கள் தேர்வு செய்யப்பட்ட பின் முழுமையான வழித்தட வரைபடம் தயார் செய்யப்பட்டு உயர் அதிகாரிகளின் ஒப்புதல் பெறப்படுகிறது. அதன் பின் இக்கிராமங்களுக்குச் சென்று பொதுமக்களுடன் கலந்தாலோசித்துப் பணிபுரிவதற்கான பொது இடம் தேர்வு செய்யப்படுகிறது. அவ்விடம் நிழல் உள்ளதாகவும், அருகில் நீர் வசதியுள்ளதாகவும் இருக்க வேண்டும். அக்கிராமத்தில் பால் உற்பத்தியாளர்கள் கூட்டுறவு சங்கம் இருப்பின் அதற்கருகிலேயே இடம் தேர்வு செய்யப்படும். அவ்விடத்தில் கால்நடைகளுக்கு மருத்துவம் அளிப்பதற்குத் தேவையான காப்புக்கிட்டி (trevis) முன்னரே அச்சங்கத்தினரால் போடப்பட்டிருக்கும். அவ்வாறில்லையேல் பொதுமக்களின் உதவியோடு ஒரு காப்புக்கிட்டி அமைக்கப்பட வேண்டும். பின்னர் அவ்விடத்தில் நடமாடும் கால்நடை மருந்தகம் செயல்படும் நாள் மற்றும் நேரம் போன்ற முழு விபரங்களுடன் கூடிய தகவல் பலகைகள் வைக்கப்படும்.

மேற்கொள்ளப்படும் பணி விபரங்கள். பருவத்தில் இருக்கும் பசு, எருமைகளுக்கு உறைவிந்து மூலம் செயற்கை முறைக் கருவூட்டல் செய்யப்படுகிறது. இதற்கென உயிரினக் கால்நடைகளான ஜெர்சி, ஜெர்சிக் கலப்பினம், பிரீசியன், பிரீசியன் கலப்பினம், காங்கேயம், முர்ரா ஆகிய இனங்களின் உறைவிந்துத் தட்டைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அனைத்து நோய்களுக்கும் மருத்துவம் அளிக்கப் படுகிறது. இதில் குறிப்பாகக் காயங்கள், பசியின்மை, வயிற்றடைப்பு, வயிற்றுப்போக்கு, கால் நொண்டுதல், தோல் நோய்கள், கருவறை நோய்கள் போன்றவற்றிற்கும் பெருமளவில் கால்நடைகள் வருவதுண்டு. கன்றுகள், செம்மறி ஆடுகள், வெள்ளாடுகள், கோழிகள் போன்றவற்றிற்குக் குடற்புழு நீக்கம் செய்.3யப்படுகிறது. நாட்டுக் காளைகள், செம்மறிக் கிடாக்கள், வெள்ளாட்டுக் கிடாக்கள், நாய்கள் ஆகியவற்றிற்கு ஆண்மை நீக்கம் செய்யப்படுகிறது. நாய் தவிர ஏனைய கால்நடைகளுக்கு அறுவையின்றியும், நாய்களுக்குச் சிறிய அறுவை மூலமும் ஆண்மை நீக்கம் செய்யப்படுகிறது. இம்முறையில் இனப்பெருக்க விதைகள் (testicle) அகற்றப்படுகின்றன. காளை மற்றும் ஆட்டுக்கிடாக்களுக்கு இனப்பெருக்கக் கருவி (burdizo castrator) மூலம் காயம் ஏதுமின்றிக் குறுகிய நேரத்தில் ஆண்மை நீக்கம் செய்யப்படுகிறது.

பல்வேறு தொற்று நோய்களுக்கான தடுப்பூசிகள் அவ்வப்போது போடப்படுகின்றன. இதில் மாட்டினங்களுக்குத் தொண்டை அடைப்பான், சப்பை நோய் ஆகியவற்றிற்கும், செம்மறி ஆடுகளுக்குத் துள்ளுமறி நோய்க்கும், கோழிகளுக்குக் கோழிக்கழிச்சல் நோயிற்கும் பெருமளவில் தடுப்பூசிகள் போடப்படுகின்றன. மேலும் அடைப்பான், வெக்கை நோய், கால்வாய் நோய் போன்றவற்றிற்கும் அவ்வப்போது தடுப்பூசி போடப்படுவதுண்டு.

கருவுறாத கால்நடைகளுக்கு மலடு நீக்க மருத்துவம் அளிக்கப்படுகிறது. இதற்கென வரும் பெரும்பாலான பசு மற்றும் எருமைகளின் கருப்பை போதுமான வளர்ச்சி அடைந்திருக்காது. இதற்குத் தேவையான தீவனம் மற்றும் ஊட்டச்சத்து வழங்குவதற்கான அறிவுரை வழங்கப்படுகிறது. இனப்பெருக்க மண்டலத்தில் ஏதேனும் நோயிருப்பின் அதற்கும் உரிய மருத்துவம் அளிக்கப்படுகிறது.

புதிய தீவன வகைகளின் பயன்கள், பயிரிடும் முறைகள், விதை மற்றும் நாற்றுகள் கிடைக்குமிடங்கள், யூரியா மூலம் வைக்கோலைச் சத்தூட்டுதல் மற்றும் யூரியா சர்க்கரை ஆலைப்பாகு கட்டித் தயாரித்தல் போன்ற தீவன மேம்பாடு தொடர்பான நவீன தொழில்நுட்பங்கள் விவசாயிகளுக்கு எடுத்துரைக்கப் படுகின்றன. சுண்டுகால் மாடுகள் எளிய அறுவை மூலம் சீராக்கப்படுகின்றன. கால்நடைக் காப்பீட்டுத் திட்டங்கள், அதன் பயன்கள் ஆகியவை விவசாயிகளுக்கு விளக்கிச் சொல்லப்படுகின்றன. முயல் பண்ணை, காடைப் பண்ணை, கோழிப் பண்ணை போன்ற பல்வேறு பண்ணைப் பொருளாதார திட்டங்கள் எடுத்துரைக்கப்பட்டுப் புதிய பண்ணைகள் தொடங்க ஊக்கமளிக்கப்படுகிறது.

இரவுக் கூட்டங்கள். நடமாடும் கால்நடை மருந்தகம் நாள்தோறும் தலைமை இடத்திற்குத் திரும்புவதால் வீணாகும் எரிபொருளைச் சிக்கனப்படுத்துவதற்காகச் சில நாள்களில் இறுதியாகத் தங்கும் கிராமத்திலோ, அருகிலுள்ள கால்நடை மருந்தகப் பகுதியிலோ இரவு

தங்கிவிட்டு, மறுநாள் அங்கிருந்து பயணம் தொடரப்படுகிறது. இதற்குத் தகுந்தவாறு முன்னரே கிராமங்கள் தேர்வு செய்யப்பட்டிருக்கும்.

இவ்வாறு இரவு தங்கும் நாள்களில், அங்கே உள்ள ஒரு கிராமத்தில் இரவுக் கூட்டம் நடத்தப்படுவதுண்டு. இதில் ஆர்வமுள்ளோர் பெருமளவில் கலந்து கொள்வர். அவர்களுடன் கால்நடைப் பராமரிப்பில் உள்ள புதிய புதிய தொழில்நுட்பங்கள், தீவன மேம்பாட்டுப் பணிகள் போன்றவை கலந்துரையாடப்படுகின்றன. மேலும் அவர்களுக்குக் கால்நடைப் பராமரிப்பில் ஏற்படும் ஐயங்களும் அகற்றப்படுகின்றன. இத்தகைய இரவுக் கூட்டங்களுக்குக் கிராமங்களில் பெரும் வரவேற்பு இருப்பதுண்டு. இரவுக் கூட்டங்களின் வாயிலாக, நடமாடும் கால்நடை மருந்தகத்தினால் பயனடைவோர் எண்ணிக்கையும் பெருக வாய்ப்புண்டு.

- ஆர். கோவிந்தராஜு

நடுக்கம்

அசாதாரண அசைவுகளில் மிகவும் சாதாரணமானது நடுக்கமேயாகும். எதிரெதிரான தசைகளில் மாறிமாறி நிகழும் லயங்களே நடுக்கங்கள் (tremors) எனப்படும். இவை கரடுமுரடாகவோ, நடுந்தரமாகவோ, மிகவும் நுண்ணியவாகவோ, சீராகவோ, சீரற்றோ இருக்கலாம். உடல், உதடு, நாக்கு, விரல் ஆகியவற்றை நடுக்கங்கள் பாதிக்கலாம்.

கொரியா என்னும் நோய் நிலையில் சீரற்ற, லயமற்ற, துரிதமான நடுக்கங்கள் உடல், பாதம், கை, நாக்கு ஆகியவற்றைப் பாதிக்கும். நோயாளியைக் கையை அல்லது நாக்கை நீட்டப் பணித்தால் இந்நடுக்கங்கள் தோன்றுகின்றன.

அதிடோசிஸ் நோய் நிலையில் மிக மெதுவான நடுக்கங்கள் கை, கால்களின் சேய்மைப் பகுதிகளையும், கால்களை விட, முகத்தையும், கைகளையும் பெருமளவில் பாதிக்கின்றன. சில சமயத்தில் கொரியாவும், அதிடோசிசும் சேர்ந்தே உண்டாகலாம். மூளையின் கோபுரம் தவிர்த்த நரம்புத் தடங்களின் உட்கருக்களின் நோய்களால் உண்டாகலாம்.

சிலபோது உடலின் ஒரு பாதியில் மட்டும் இந்த நடுக்கங்கள் காணப்படலாம். இதனால் தோள் பட்டைகள் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றன.

தசை நடுக்கம் என்னும் நிலையில் திடீரென்று, எவ்விதக் காரணமும் இன்றித் தனித்தனியான தசை இழைகள் துடித்து நடுங்குகின்றன. இதனைத் தசை நடுக்கம் (myoclonus) என்பர்.

உளவய நடுக்கத்தில், முகவலிச்சம் காட்டுதல், கண்களை விரைவாகத் திறந்து மூடுதல், வாயைக் கோண வைத்தல், தோள்பட்டையை உயர்த்தித் தாழ்த்துதல் ஆகியன சீரற்ற முறையில் நடைபெறும்.

டெடனி என்னும் நோய் நிலையில் கால்சிய அளவு குருதியில் குறைந்து விடுவதால் நரம்பு மண்டலம் கிளர்ச்சியடைந்து, உறுத்தப்பட்டு நடுக்கம் ஏற்படுகிறது.

உடல் இயங்கியல் காரணமாகச் சோர்வு, அச்சம், மிகை குளிர் ஆகிய நிலைகளிலும் நடுக்கம் உண்டாகலாம்.

பார்க்கின்சன் நோய். இங்கு விரல்களும், மணிக்கட்டும் நடுங்கின்றன. சிலபோது தலை, நாக்கு, உடல் முழுவதும் நடுங்கும். இத்தகைய நடுக்கம் தூக்கத்தின்போதும் வேலை செய்து கொண்டிருக்கும் போதும் மறைந்துவிடும். சில சமயம் ஓய்வின்போது தோன்றாத நடுக்கம், வேலை செய்யத் தொடங்கும்போது ஏற்படுகிறது. டென்டேட் நியூக்ளியஸ் மற்றும் பலவகை ஸ்கிளிரோசிஸ், மூளை அழற்சி அசதி, ஃப்பிரடரிக் தடுமாற்ற நடை ஆகிய நோய் நிலைகளில் இது காணப்படுகிறது.

ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் நீண்ட நேரம் கை நீட்டப்பட்டு இருந்தால் நடுக்கம் உண்டாகிறது. இத்தகைய நிலையான நடுக்கம், சிறுமூளை நைவு, மிகையாகத் தைராய்டு செயல்படும் நிலை, மிகையான மதுப்பழக்கம், படபடத்த நிலை, வயது முதிர்ச்சி போன்றவற்றில் தோன்றலாம்.

காரணத்தைப் பொறுத்து மருத்துவம் அமைகிறது. அமைதியூட்டிகள் ஓரளவு பலன் தரலாம். சில போது மூளையில் அறுவை செய்ய நேரிடும்.

- அ. கதிரேசன்

நடுநிலையாக்கம்

இது காரம், அமிலம் ஆகியவற்றிற்கிடையே நிகழும் வினையாகும். பொதுவாக நடுநிலையாக்க வினையைப் (neutralisation) பின்வருமாறு குறிக்கலாம்.

$$HA + B \longrightarrow BH^{+} + A^{-}$$

அமிலம்	காரம்	அமிலம்	காரம்

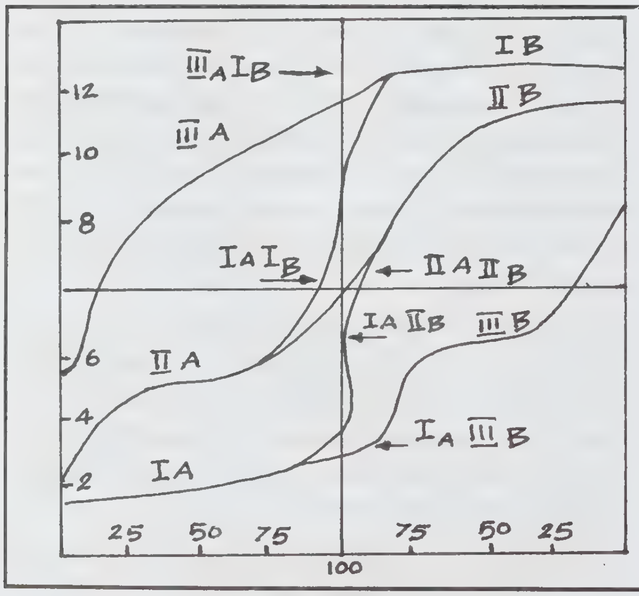
வினை முடிவான நடுநிலையாக்கத்தில் கரைசலின் pH=7 ஆகும். pH=7 என்பது கரைசல் நடுநிலையாக்கத்தில் உள்ளது என்பதைக் குறிக்கும். pH என்பது, அதன் ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவின் 10-ஐ அடிப்படையாகக் கொண்ட மடக்கையின் எதிர்மறை எண்ணாகும். நடுநிலையாக்கத்தில், சமதிறன் கொண்ட காரமும் அமிலமும் ஒன்றோடொன்று முழுதும் வினைப்படும். வினைப்படும் இரு கரைசல்களின் திறன் வேறுபட்டிருந்தால் அவை முற்றிலும் வினைப்படத் தேவையான கன அளவுகளும் மாறுபடும். காட்டாக, அமிலத்தின் திறன் காரத்தின் திறனைவிடக் குறைவாக இருப்பின், குறிப்பிட்ட கன அளவுள்ள காரத்தை நடுநிலையாக்க அதைவிட மிகு கனஅளவுள்ள அமிலக் கரைசல் வேண்டும்.

நடுநிலையாக்கல் வினையை முறித்தல்வினையின் (titration) மூலம் கண்டறியலாம். முறித்தலின் முடிவு நிலையைக் (end point) காட்டி (indicator) அல்லது மின்னழுத்த அளவி (potentiometer), மின்கடத்து அளவி (conductometer) ஆகிய இவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றைப் பயன்படுத்தி அறியலாம்.

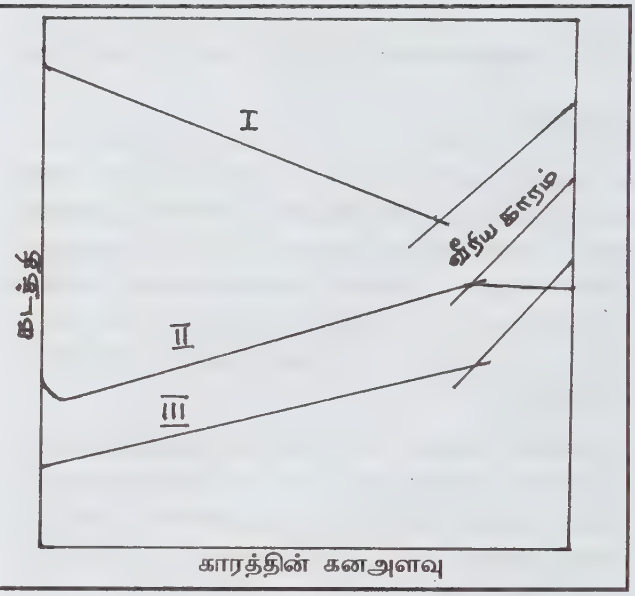
காட்டியைப் பயன்படுத்தி நடுநிலையாக்கல். 0.1 N வீரிய காரத்தை 0.1N வீரிய அமிலம் நடுநிலையாக்குதலையும் (வரைகோடு IA-IB), வீரியம் குறைந்த அமிலத்தை 0.1N வீரிய காரம் நடுநிலையாக்குதலையும் (வரைகோடு IIA-IB), வீரியம் குறைந்த அமிலத்தை வீரிய காரம் நடுநிலையாக்குதலையும் (வரைகோடு IIIA-IB), 0.1N வீரிய அமிலத்தை வீரியம் குறைந்த காரம் நடுநிலையாக்குதலையும்(வரைகோடு IA-IIB), வீரிய அமிலத்தை வீரியம் குறைந்த காரம் நடுநிலையாக்குதலையும் (வரைகோடு IA-IIIB), வீரியம் குறைந்த அமிலத்தை வீரியம் குறைந்த காரம் நடுநிலையாக்குதல் (வரைகோடு IIA-IIB) வினைகளையும், வினை நடைபெறும்போது ஏற்படும் pH இன் மாறுதல்களையும் படம் 1 இல் காணலாம். இப்படத்திலிருந்து வினை முடிவில் அதாவது நடுநிலையாக்கத்தில் pHஅளவு திடீரென்று மிகையாகும் என்பதை அறியலாம்.

காட்டியைத் தேர்ந்தெடுத்தல். முறித்தல் வினையின் முடிவு நிலையைச் சரியாகக் காட்ட உதவும் பொருளே காட்டி அல்லது குறிப்பானாகும். காட்டி முறித்தலில் பயன்படும் இரு கரைசல்களிலும் இரு வேறுபட்ட நிறங்களில் இருக்கும் அல்லது ஒரு கரைசலில் நிறமுள்ளதாகவும் மற்றொன்றில் நிறமற்றதாகவும் இருக்கும். முறித்தல் வினையைப் பொறுத்துக் காட்டியை அமில கார காட்டி, ஆக்சிஜனேற்ற - இறக்கக் காட்டி போன்ற பல வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

0.1N வீரிய அமிலத்தை, 0.1N வீரிய காரத்துடன் முறிக்கும்போது, கரைசலின் pH. 0.1% சரிசம விகிதத்தில் pH 4-இலிருந்து 10வரை திடீரென்று மாறும். எந்தெவொரு முறித்தல் வினைக்கும், முடிவு நிலையை



படம்1. நடுநிலையாக்கல் வரைகோடுகள்



படம் 2. கடத்துமுறை முறித்தல்

இந்த pH இல் நிறத்தை மாற்றும் காட்டியே சிறந்ததாகக் கருதப்படும்.

pH8-க்குக் கீழே நிறம் மாறினால் அது சிறந்த காட்டியாகாது. ஏனெனில், காட்டி, வினை முடியும் முன்பே நிறத்தை மாற்றும். மேலும், இந்த pHக்குக் கீழே pH படிப்படியாக மாறுவதால், pH-இன் மாற்றம் வினை முடியும்போது தெளிவாக இராது. பினாஃப்தலினும் (pH 9.0 இல் நிறம் மாறும்), மெத்தில் ஆரஞ்சும் (pH 4.0 இல் நிறம் மாறும்) முக்கிய காட்டிகளாகப் பயன்படுகின்றன.

பொதுவாக, வீரிய அமிலம் அல்லது வீரியம் குறைந்த அமிலத்தை வீரிய காரத்துடன் முறிக்கும் வினையில் பினாஃப்தலின் காட்டி பயன்படுகிறது. பினாஃப்தலின், அமிலக் கரைசலில் நிறமற்றும், காரக் கரைசலில் இளஞ்சிவப்பு நிறத்திலும் இருக்கும். மெத்தில் ஆரஞ்சு ஒரு வீரிய அமிலத்தை வீரிய காரம் அல்லது வீரியம் குறைந்த காரத்துடன் முறிக்கப் பயன்படுகிறது. மெத்தில் ஆரஞ்சு அமிலக் கரைசலில் சிவப்பு நிறத்திலும், காரக் கரைசலில் மஞ்சள் நிறத்திலும் இருக்கும். ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க முறித்தல் வினையிலும் காட்டி பயன்படுகிறது. சான்றாக, ஆக்சாலிக் அமிலத்தைச் சூடான நிலையில் நீர்த்த கந்தக அமிலத்துடன் முறிக்கும்போது பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் தன் காட்டியாகப் (self indicator) பயன்படுகிறது. வீரியம் குறைந்த அமிலத்தை வீரியம் குறைந்த காரத்துடன் அல்லது ஓரளவு வீரியம் குறைந்த காரத்துடன் முறித்தலுக்கு இதுவரை தகுந்த காட்டி கண்டுபிடிக்கவில்லை.

மின்னழுத்த அளவியைப் பயன்படுத்தி அமிலத்தைக் காரத்தால் நடுநிலையாக்கல்

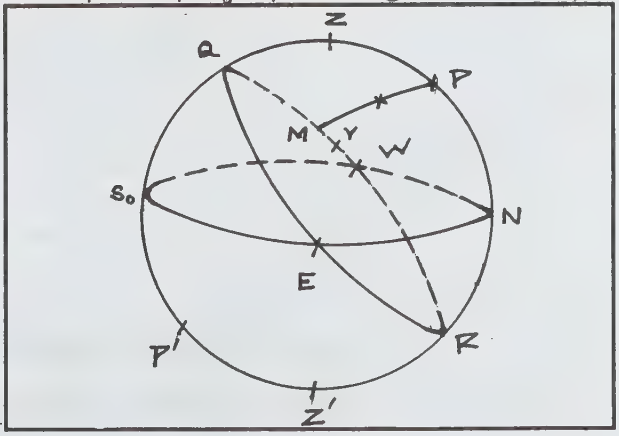
நடுநிலையாக்கல். வினையில் காட்டிக்குப் பதிலாக மின்னழுத்த அளவியில் pHஐ நேரிடையாக அளவிடுவதன் மூலம் வினையின் முடிவு நிலையை அறியலாம். இம்முறையில் அமிலத்தில் காரத்தை ஒவ்வொரு முறையும் 0.5 மி.லி சேர்க்கும்போது, கரைசலின் pHஐக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். வினை முடிவில், அதாவது நடுநிலையாக்கத்தில் pHஇன் அளவு திடீரென்று மிகும். அமிலத்தில் மேலும் காரத்தைச் சேர்த்தாலும் pHஅளவு மாறாது. வினை முடிவைக் காரத்தின் கனஅளவுக்கும், pHக்கும் வரைகோடு வரைவதன் மூலம் கண்டறியலாம்.

மின் கடத்து அளவியைப் பயன்படுத்தி அமிலத்தைக் காரத்தால் நடுநிலையாக்கல். அமில கார முறித்தலில் ஒவ்வொரு முறையும் 0.5 மி.லி காரத்தை அமிலத்துடன் சேர்க்கும்போது கரைசலில் அமிலத்திலுள்ள ஹைட்ரஜன் (H^+) அயனிகளை எடுத்துவிட்டுக் காரத்திலுள்ள உலோக அயனிகள் சேர்ந்துவிடுகின்றன. அப்போது கரைசலின் கடத்தம் (conductance) குறைந்து கொண்டே வரும். ஒரு குறிப்பிட்ட கனஅளவு காரத்தை அமிலத்துடன் சேர்த்தவுடன் கடத்தி மிகக் குறைவாக இருக்கும். மேலும் காரத்தை அமிலத்துடன் சேர்த்தால் கடத்தியின் அளவு மிகுந்து கொண்டே இருக்கும். ஏனென்றால் கரைசலில் ஹைட்ராக்சில் (OH^-) அயனிகளின் அளவு கூடுதலாக இருக்கும். வினை முடிவைக் கடத்தியின் அளவுக்கும், காரத்தின் கன அளவுக்கும் வரைகோடு வரைவதின் மூலம் அறியலாம். வரைகோட்டில் குறைவான கடத்தம் அளவு வினைமுடிவைக் குறிக்கும். அமிலத்தில் ஒவ்வொரு முறையும் காரத்தைச் சேர்க்கும்போது ஏற்படும் கடத்தம் அளவின் மாறுதல்களையும் படத்தில் காணலாம். படம் 2 படத்தில் வரைகோடு I வீரிய அமிலம், வீரிய காரம் முறித்தலையும், வரைகோடு II வீரியம் குன்றிய அமிலம் காரம் முறித்தலையும் வரைகோடு III மிகவும் வீரியம் குன்றிய அமிலம், வீரிய காரம் முறித்தலையும் குறிக்கும்.

- செ. மாலதி

நடுவரை ஆயத்தொலைவு முறை

வானக்கோளத்தில், ஒரு விண்பொருளைக் குறிக்கவும், அதன் உயரம், தொலைவு ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடிக்கவும் நான்கு வகை ஆயத் தொலைவுகள் (coordinates) உள்ளன. அவற்றில் ஒன்று நடுவரை முறை (equatorial system) ஆகும். படத்தில் உள்ள வட்டம் வானக் கோளத்தைக் குறிக்கும். Z,Z' நேர் உச்சிப்புள்ளி, நேர்கீழ்ப்புள்ளிகளாகும். P,P' வட, தென்



துருவங்களைக் குறிக்கின்றன. NS தொடுவானத்தையும் QR நடுவரையையும் குறிக்கின்றன. தொடுவானமும் நடுவரையும் ஒன்றையொன்று வெட்டிக்கொள்ளும் புள்ளிகள், E.W,கிழக்கு, மேற்குப் புள்ளிகள் எனப்படும். ஒரு விண்மீனானால், PSM என்பது விண்மீனின் வழியாகச் செல்லும் நடுவரைக் குத்துவட்டம் (declination circle) எனப்படும். M என்பது நடுவரைக் குத்து வட்டத்தின் அடிப்புள்ளி (base) ஆகும்.

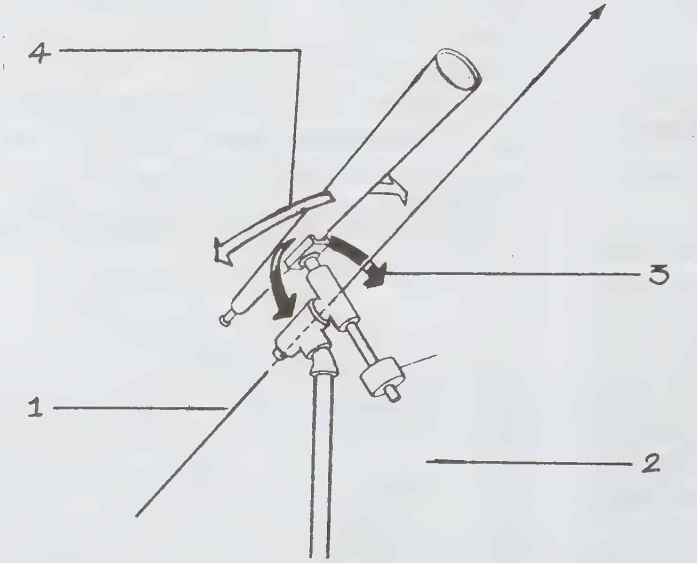
நடுவரையிலிருந்து விண்மீனின் தொலைவு, SM, நடுவரை விலக்கம் (declination) எனக் குறிப்பிடப்படும். இது 'δ' என்னும் எழுத்தினால் குறிக்கப்படுகிறது. விண்மீனின் தொலைவு கோண அளவில் அளக்கப்படும். விண்மீன் வடகோளத்தில் இருந்தால் நடுவரைவிலக்கம் மிகை அல்லது +δ என்றும், தென் கோளத்திலிருந்தால், -δ என்றும் குறிப்பிடப்படும்.

உச்சிவட்டத்திற்கும் (meridian), நடுவரைக் குத்துவட்டத்திற்கும் இடையேயுள்ள கோணம் ZPS, நேரக்கோணம் (hour angle) என்பது h என்னும் எழுத்தால் குறிக்கப்படும். விண்மீனின் நேரக்கோணம் QMக்குச் சமமாகும். வழக்கமாக, நேரக்கோணம் உச்சி வட்டத்திலிருந்து மேற்குமுகமாக அளக்கப்படும். இதை மேற்குமுக நேரக்கோணம் (western hour angle) என்றும், கிழக்குமுகமாக அளந்தால் கிழக்குமுக நேரக்கோணம் (eastern hour angle) என்றும் குறிப்பிடுவது வழக்கம். கோண அளவில் 0° முதல் 360° வரையும் அல்லது கால அளவில் 0 மணி முதல் 24மணி வரையும் கணக்கிடப்படும். நடுவரையும் சூரியன் தோற்றப் பாதையும் வெட்டிக் கொள்ளும் புள்ளியான மேட முதற்புள்ளி (first point of Aries) ♈விலிருந்து, நடுவரைக் குத்துவட்டத்தின் அடிப்புள்ளி வரையிலும் உள்ள தொலைவு ♈M என்பது வல ஏற்றம் எனப்படும். α என்னும் எழுத்தால் குறிக்கப்படும் வல ஏற்றம், ♈விலிருந்து கிழக்குமுகமாக 0° முதல் 360° வரை அளக்கப்படும். நடுவரைவிலக்கம், நேரக்கோணம், வல ஏற்றம் ஆகிய மூன்றும் நடுவரையைக் கொண்டு அளக்கப்படுவதால் இம்முறை நடுவரை முறை எனக் குறிக்கப்படுகிறது.

- பங்கஜம் கணேசன்

நடுவரைத் தொலைநோக்கி

விண்பொருள்களின் இடங்கண்டு, அவற்றின் ஆயத்தொலைகள், பிற அளவுகளைப் பதிவு செய்யப்



1. துருவ அச்சு
2. விலக்க அச்சு
3. துருவ அச்சை மையமாகக் கொண்டு தொலைநோக்கி சுற்றுதல்
4. விலக்க அச்சை மையமாகக் கொண்டு தொலைநோக்கி சுற்றுதல்

பயன்படும் பல வானியல் கருவிகள் உள்ளன. இவற்றில் பெரும்பாலானவை விண்பொருள்களைச் சிறிது நேரமே காணப் பயன்படுகின்றன. ஆனால் சில நேரங்களில், குறிப்பாகச் சூரிய, சந்திர மறைப்புக் காலங்களில் விண்பொருளை நெடுநேரம் காண வேண்டியிருக்கும். இதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் கருவியான நடுவரைத் (equatorial) தொலைநோக்கியில் தொலைநோக்கி, நடுவரைத் தளத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

அமைப்பு. புவியின் துருவத்திசைக்கு இணையாகத் துருவ அச்சு (polar axis) எனப்படும் அச்சு PP' இக்கருவியில் பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. செங்குத்தாகவும், உறுதியாகவும் உள்ள ஓர் அச்சு துருவ அச்சுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அச்சு நடுவரை விலக்க அச்சு (declination axis-DA) எனப்படும். துருவ அச்சு சுழலும்போது இந்த அச்சும் PP'க்குச் செங்குத்தாகச் சுழலும். இரண்டாம் அச்சின் (DA) முனையில் இதற்குச் செங்குத்தாக ஒரு தொலைநோக்கி T பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. DAஐ மையமாகக் கொண்டு, தொலைநோக்கியைச் சுற்ற முடியும். துருவ அச்சில் மணி, நிமிடம் குறிக்கப்பட்ட மணி வட்டம் அல்லது வல ஏற்ற வட்டம் (hour circle) எனப்படும் ஓர் அளவு வட்டமும், நடுவரை விலக்க அச்சில் அளவு குறிக்கப்பட்ட நடுவரை விலக்க வட்டம் (declinationcircle) ஒன்றும் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன.

நடுவரை விலக்க அச்சு, கிடைநிலையில் உள்ளபோது, தொலைநோக்கி, உச்சிவட்டத்தில் இருக்கும். அந்நேரத்தில், மணி வட்டத்தில் உள்ள அளவுகோல் 0ம 0நி. காட்டும். தொலைநோக்கியின் காட்சியில் விண்பொருள் படும்போது மணிவட்டப் பதிவு இதன் நேரக் கோணத்தைக் காட்டும். பின்னர் $t=\alpha\pm h$ என்னும் வாய்பாட்டிலிருந்து வல ஏற்றத்தைக் (right ascension) காணலாம்.

நடுவரைத் தொலைநோக்கியைக் கொண்டு முன்பு புதிய கோள்களும் வால்விண்மீன்களும் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன. ஆனால் தற்காலத்தில் பல நவீன கருவிகள் இதற்கெனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

- பங்கஜம் கணேசன்

நடைத் தோற்றமும் ஆய்வும் (கால்நடை)

கால்நடைகளின் நடைத் தோற்றத்தில் தென்படும் மாறுபாடுகளைக் கொண்டே பலவிதமான நோய்களை அறிந்து கொள்ளலாம். இத்தகைய நடைத் தோற்றமும் (gait) உடற்கூறமைவும் (poisture) உடற் தசைகளின் திறனைச் சார்ந்தே அமைந்திருக்கும். இதில் தோன்றும் மாறுபாடுகள் பெரும்பாலும் நரம்பு மண்டலத்தில் உள்ள நோயைக் குறிப்பவையாகவே அமையும். ஏனெனில் இச்செயல்பாடுகள் நரம்பு மண்டலத்தின் ஒத்துழைப்பினாலேயே நிகழ்கின்றன. ஆயினும் எலும்பு, தசை ஆகியவற்றில் ஏற்படும் பாதிப்புகளாலும், இம்மாறுபாடுகள் தோன்றலாம். மனிதர்களை ஆய்வு செய்யும்போது, அவர்கள் நல்கும் ஒத்துழைப்பினால் இதை எளிதில் பகுத்தறியலாம். ஆனால் கால்நடைகளில், நடைத் தோற்ற மாறுபாடுகளுக்கான குறை எங்கிருந்து தொடங்குகிறது என்பதை அறிந்து கொள்வது எளிதன்று.

நடைத்தோற்ற மாறுபாடுகள். இச்செயலில் பெரும் பங்குபெறும் கால்களின் இயக்கங்களை அளவிடும்போது நடையின் விகிதாச்சாரம், காலடித் தொலைவு, நடைவேகம் ஆகியவை கருத்தில் கொள்ளப்படுகின்றன. நடைக்கேற்ற மாறுபாடுகள் இதில் ஒரு நிலையிலோ பல நிலைகளிலோ காணப்படும். சான்றாக மூளையில் ஏற்படும் தசைக் கட்டுப்பாட்டுக் குறைபாடு நோயினால் அனைத்து நிலைகளிலும் மாறுபாடுகள் தோன்றலாம். லூப்பிங் நோய் (louping ill) எனும் செம்மறி ஆட்டு நோயில் காலடித் தொலைவு மற்றும் நடை வேகத்தில் மாறுபாடுகள் இருக்கும். இதில் காலடித் தொலைவு அதிகரித்துக் காணப்படும். மூட்டு நோய்களின்போது மூட்டுகளில் உண்டாகும் வலியின் காரணமாகக் காலடித் தொலைவு குறைந்து காணப்படும். லிஸ்ட்டீரியோசிஸ் (listeriosis) எனும் நரம்பு மண்டல நோயில் நடக்கும் திசை மாறுபட்டு, வட்டமாகக் கால்நடைகள் நடக்கக்கூடும்.

நடைத் தோற்றத்தை ஆய்வு செய்தல். இத்தகைய ஆய்வுகளை மேற்கொள்ளும்போது பாதிக்கப்பட்ட கால்நடை எவ்விதக் கட்டுப்பாடுமின்றி, அதன் விருப்பப்படி நடந்து கொண்டோ, ஓடிக் கொண்டோ இருக்க வேண்டும். குறிப்பாக வேகமான நடையின்போது இம்மாறுபாடுகளை மிகத் துல்லியமாக அறியலாம். மேலும், அதிக காலடித் தொலை நடை, பாதம் பதிப்பதில் உள்ள குறை, கால் இடறுதல், மூட்டுகளைச் சரிவர இயக்க இயலாமை போன்றவற்றை அறிந்து கொள்ள, கால்நடை தன்னிச்சையாக உலவ வேண்டும். பாதிக்கப்பட்ட கால்நடையைக் கட்டுப்படுத்திய கயிற்றைக் கொண்டு இயக்கியும் சில ஆய்வுகள் செய்யப்படும். இதற்குச் சான்றாகக் கால்நடையைப் பின்னால் நடக்க வைத்தல், வேகமாகச் சுழல வைத்தல், நடக்கும்போது பின்னாலிருந்து பக்கவாட்டில் தள்ளுதல் மற்றும் கண்களை மறைத்து இயக்க வைத்தல் போன்றவற்றைக் கூறலாம்.

கால்நடை தானாகவே வட்டமாக நடப்பது ஒரு குறிப்பிடத்தக்க அறிகுறியாகும். தலையைத் சுழற்றிக் கொண்டோ, சாய்த்துக் கொண்டோ நடப்பதால் இந்நிலை உருவாகிறது. இவ்வாறு நடக்கும்போது நிலைத்தடுமாற்றமும் இருக்குமாயின் உட்காதில் பாதிப்பு ஏற்பட்டிருக்கக்கூடும்.

நடைத்தோற்ற மாறுபாடுகளுக்கான காரணங்கள். பொதுவாக மாறுபட்ட உடற்கூறமைவு தென்படுமாயின் கால்நடைக்கு ஏதோ வலி உள்ளதென்று கொள்ளலாம். அதே நேரத்தில் நரம்பு மண்டல நோயாக இருப்பின் இவ்வறிகுறிகள் தொடர்ந்து காணப்படும். எ-டு : தலை சுழலுதல், தலையை ஒரு பக்கமாகச் சாய்த்தல், உதடு, கண்ணிமை, கன்னம், காது தொங்கிப் போகுதல் ஆகியவை.

மைய உட்காது (vestibule) நோய்கள். உட்காதின் மையப்பகுதி, நிலை தடுமாறாமல் இருப்பதற்கு உதவுகிறது. இதில் ஏற்படும் பாதிப்புகளால் பலவிதமான நடைத்தோற்ற மாறுபாடுகள் தோன்றும். உட்காது நோய்களில் குறிப்பாகத் தலைச் சுழற்சி ஏற்பட்டுக் கால்நடை ஒரு பக்கமாகக் கீழே விழுந்துவிடும். மையக் காது நோய்களில், பாதிக்கப்பட்ட பகுதி, கீழ்புறமாகத் திரும்பியிருப்பதோடு கால்நடை அதே பக்கமாகக் கீழே விழுந்துவிடும். மேலும், அப்பகுதியில் முகவாதமும் (facial paralysis) தென்படும். லிஸ்ட்ரியோசிஸ் போன்ற நரம்பு மண்டல நோய்களில், எதிர்ப்பக்கமாகவோ, பிற பக்கமாகவோ கீழே விழுந்துவிடும்.

உட்காதுடன் இணைந்த மையக் காது நோய்கள், லிஸ்டீரியோசிஸ் போன்ற வெஸ்டிபியூலின் உட்கருவைப் பாதிக்கும் நோய்கள், எலும்பு முறிவு காரணமாக அடிபடுதல், வெஸ்டிபியூல் உறுப்பு பாதிக்கப்படுதல் போன்றவை வெஸ்டிபியூல் நோயின் காரணங்களாக அமைகின்றன.

மூளை நோய்கள். சிறுமூளைப் (cerebellum) பகுதியில் நோயிருப்பின், தசைக் கட்டுப்பாட்டில் குறைபாடுகள் உண்டாகி, நடைத்தோற்ற மாறுபாடுகள் காணப்படும். குறிப்பாகப் பாதிக்கப்பட்ட கால்நடை கால்களை அகலமாக விரித்து வைத்துக் கொண்டு நிற்கும். சில சமயங்களில் அப்படியே தள்ளாடி ஏதோ ஒரு திசையில் விழுந்துவிடும். தலை தனக்குரிய இடத்தில் சரியாக நிற்காமல் முன்னும் பின்னுமாக ஊசலாடிக் கொண்டிருக்கும். கால்கள் ஒத்திசையாக இயங்கா. பொதுவில் நடை மிகைப்படுத்தப்பட்டுப் பாதத்தைச் சிவரத் தரையில் வைக்க முடியாமல் கீழே விழுந்துவிடும். தீவனத் தொட்டி, தண்ணீர்த் தொட்டி போன்றவற்றை நோக்கிச் செல்லவியலாது.

மூளை, தண்டுவடம் ஆகியவற்றால் ஏற்படும் பாதிப்பு, அரேபியக் குதிரைகள் போன்ற சில இனங்களில் பரம்பரையாகத் தோன்றும் மூளை அமைப்பில் உள்ள குறைபாடுகள், கருவில் இருக்கும்போதே வைரஸ் நோய்களால் பாதிக்கப்படுவதால் பிறவியிலேயே விளையும் மூளைக் குறைபாடுகள், காயங்களால் விளையும் கோளாறுகள், சில நச்சுப் பொருள்களால் பாதிக்கப்படுதல் போன்றவை மூளை நோய்க் காரணங்களாகும்.

தண்டுவட நோய்கள். மூளை நோய் உருவாகும் தசைக் கட்டுப்பாட்டுக் குறைபாடு, தண்டுவட நோய் உருவாகும் நரம்புகளின் வலிவற்ற தன்மை ஆகிய இரண்டையும் பிரித்து உணர்வது சற்றே கடினமாகும். எனினும் இவ்விரண்டையும் பிரித்தறிவது இன்றியமையாதது. இதை அறிவதற்கு ஐயத்திற்கிடமான கால்நடை நடக்கும்போது, அதன் பின்புறத்தை ஒரு பக்கமாகத் தள்ளிவிடவோ அதன் வாலைப்பற்றி ஒரு பக்கமாக இழுத்துவிடவோ வேண்டும். நல்ல நிலையில் உள்ள கால்நடை இவ்வியக்கங்களை எதிர்த்துச் சற்றே சுறுசுறுப்புடன் தள்ளப்பட்ட அல்லது இழுக்கப்பட்ட திசையில் முன்னேறும். தண்டுவட நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட கால்நடை, வலிவின்மை காரணமாக ஒரு பக்கமாகத் தடுமாறி விழும். மூளை நோயால் பாதிக்கப்பட்ட கால்நடை ஒரு பக்கமாக ஊசலாடி ஒரு காலை மெதுவாக நீட்டி, மறுகாலை எடுத்து வைக்கும்.

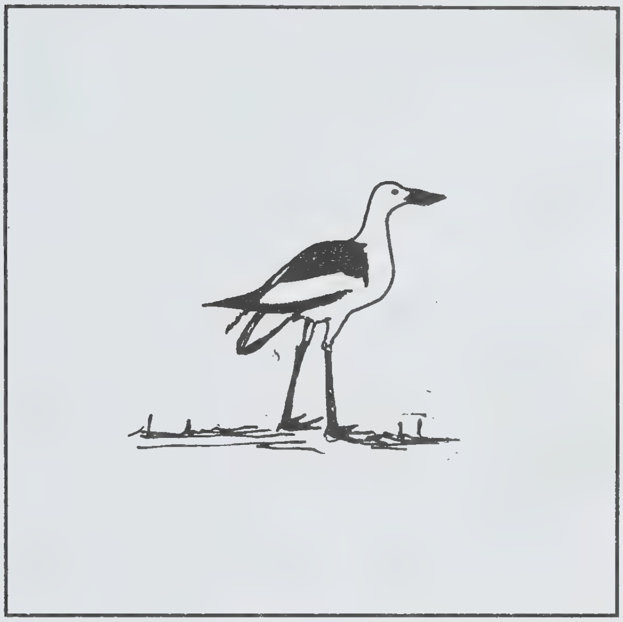
இதே ஆய்வைக் கால்நடை நிற்கும்போதும் மேற்கொள்ளலாம். மூளை நோயால் பாதிக்கப்பட்ட கால்நடை ஒரு பக்கமாகத் தள்ளப்படும்போது, பின்காலை மிகுதியாக உயர்த்தும். தள்ளப்பட்ட பின்காலை நிலப்பரப்பில் ஒரு நிலையில் வைத்துக் கொண்டு நகராமல் அதைச் சுற்றிச் சுழலும். பின்புறமாக நடக்க வைக்கும்போது நாய் அமர்ந்திருப்பதைப் போலக் கீழே உட்கார்ந்து விடவும் செய்யும்.

சிறு அளவிலான தண்டுவடப் பாதிப்புகள், நரம்பு மண்டல நோய்கள், சில தாவர நச்சுப் பொருள்களால் விளையும் பாதிப்புகள், தயமின் போன்ற குறைபாடுகள், தண்டுவடத் துளையில் தோன்றும் அழுந்தக்கூடிய கட்டிகள், பிறவியிலேயோ, பிறந்தவுடனேயோ உருவாகும் குறைபாடுகள் போன்றவை தண்டுவட நோயிற்கான காரணங்களாகும்.

- ஆர். கோவிந்தராஜு

நண்டு உப்புக்கொத்தி

டிரோமாடிடே எனப்படும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இப்பறவை நீரில் அலைந்து திரியும். இதன் இறகுகள் பெரும்பாலும் கறுப்பு அல்லது வெள்ளை நிறத்தில் இருக்கும். பக்கவாட்டில் ஒடுக்கப்பட்ட உறுதியான



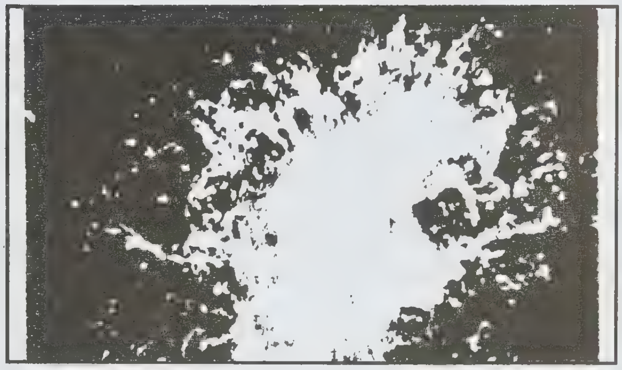
நண்டு உப்புக்கொத்தி ***(Dromas ardeola)***

அலகைக் கொண்டிருக்கும். இந்தியாவில் காணப்படும் நண்டு உப்புக் கொத்தியின் *(Dromas ardeola)* கால்கள் நீளமாகவும், வால் குட்டையாகவும், இறகுகள் நீளமாகவும், கூர்மையாகவும் இருக்கும். இப்பறவைகளின் தோற்றத்தில் பால் வேறுபாடு தெரிவதில்லை. நண்டு வகைகளே இப்பறவையின் முக்கியமான உணவாகும். கூடுகளை மணற்கரைகளிலோ பவளத்திட்டுகளிலோ அமைக்கும் இப்பறவை ஒரு தடவையில் அளவில் பெரிதான ஒரே ஒரு முட்டையை மட்டுமே இடுதல் குறிப்பிடத்தக்கது.

- ம.அ. மோகன்

நண்டு ஒண்முகிற்படலம்

புவியிலிருந்து ஏறக்குறைய 5000 ஒளியாண்டுத் தொலைவில், விண்மீன்குழுவில், நண்டு வடிவ அமைப்பில் 5-10 ஒளியாண்டுகள் விட்ட அளவுடைய ஓர் ஒண்முகிற் படலம், நண்டு ஒண்முகிற்படலம் (crab nebula) எனப்படும். கி.பி. 1054ஆம் ஆண்டு, சீனர்களாலும், சில வானியலார்களாலும் கண்டுபிடிக்கப்



பட்ட இந்த ஒண்முகிற்படலம், ஏதேனும் ஒரு பெரிய விண்மீன் வெடித்துச் சிதறி, மிக்க ஒளியுடன், 23 நாள்களாகப் பகலிலும் பின்னர் ஏறக்குறைய இரண்டாண்டுக் காலம் இரவிலும் காணப்பட்ட சான்றுகள் உள்ளன.

ஒரு சில விண்மீன்களிலிருந்து மட்டுமே ரேடியோ நிறமாலை மூலம் கதிர்வீச்சுகள் தென்படுவதைக் கண்டுள்ளனர். அவற்றில் ஒன்று நண்டு ஒண்முகிற் படலமாகும். இதிலிருந்து விசையின் காந்தக் கோடுகளைச் சுற்றியுள்ள எலெக்ட்ரான் சுருளிலிருந்து ரேடியோ நிறமாலையுடன் ரேடியோ கதிர் மூலங்கள் வெளிப்படுகின்றன. மேலும் காஸ்மிக் காமாக் கதிர்களையும் வெளிப்படுவதைத் தற்போது கண்டுள்ளனர். இதன் ஒளி சற்று முனைவாக்கப் பட்டிருப்பதுடன், மையத்தினருகில் பல்சார் NP 0532-உம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்தப் பல்சார் மின்காந்த நிறமாலை (electro magnetic spectrum) மூலம் கதிர்களை வெளிப்படுத்துகிறது எனத் தெரிகிறது.

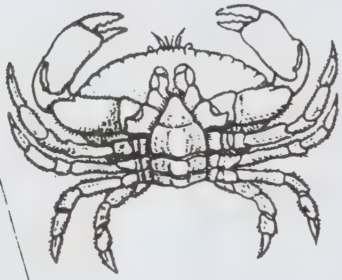
நண்டு ஒண்முகிற் படலத்திலிருந்து வெளியாகும் ரேடியோ மூலத்தின் அளவு 10^{24} கிலோவாட் என்றும், இது பல மில்லியன் கிலோவாட் அளவுடைய ரேடியோ நிலையச் செயல்பாட்டிற்குச் சமமாகும் என்றும் குறிப்பிடுகின்றனர்.

- பங்கஜம் கணேசன்

நண்டுகள்

ஓட்டுடைக் கணுக்காலிகள் (crustaceae) வகுப்பில், பத்துக்காலிகள் (decapoda) வரிசையில், பிராக்கியூரா (brachyura) துணை வரிசையில் வரும் நண்டு இனங்கள் கடல் கழிமுகங்கள் காயல் (back water), நன்னீர் போன்ற அனைத்துப் பகுதிகளிலும் பரவிக் காணப்படுகின்றன.

மேற்புறத் தோற்றம்



கீழ்ப்புறத் தோற்றம்

படல நண்டு

நண்டு *(Cancer Paguras)*

இந்தியாவில் 600 க்கும் மேற்பட்ட நண்டு இனங்கள் காணப்பட்டாலும் ஒரு சில நண்டு இனங்களே உணவிற்குப் பயன்படுகின்றன. மீன் பிடிக்கும்போது கிடைக்கும் நண்டுகளை மட்டுமே விற்பனைச் சந்தைக்குச் கொண்டு வருகின்றனர். இந்தியாவில் நண்டுகளைத் தனியே வலை கொண்டு பிடிப்பதில்லை. ஒரு சில இடங்களில் ஏழை மீனவர்கள் தங்கள் சொந்தப் பயனுக்கு இவற்றைத் தனியாகவும் பிடிக்கின்றனர். இந்தியாவில் கேலிப்டியே, போர்சுனிடியே, கிரப்சிடியே என்னும் மூன்று குடும்பங்களைச் சார்ந்த நண்டுகளை மட்டுமே உணவாக உட்கொள்கின்றனர். இதில் போர்சுனிடியே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த நண்டுகள், மிகவும் பெரியவையாகவும் சுவையாகவும் உள்ளமையால் இன்றியமையாமை பெறுகின்றன.

நண்டுகளின் பொது அமைப்பு. நண்டுகளின் தலைமார்புப் பகுதி (cephalothorax) பெரும்பாலும் விரிந்தும், சுண்ணாம்பினால் ஆன உடல் மூடியுடனும் (carapace) காணப்படும். இதன் தலைமார்புப் பகுதியில் 5 தலை சார் இணையுறுப்புகளும் 8 மார்பு சார் இணையுறுப்புகளும் காணப்படுகின்றன. மார்பு சார் முதல் 3 இணையுறுப்புகள், தாடைக் கால்களாக (maxillipeds) மாறியுள்ளன. இறுதி 5 மார்பு சார் இணையுறுப்புகள் கால்களாக வளர்ச்சியடைந்து நடப்பதற்கும் நீந்துவதற்கும் பயன்படுகின்றன. முதல் இணைக் கால்கள் மிகவும் வலிமையாகவும், கிடுக்கிகளுடனும் காணப்படுகின்றன. இக்கால்கள் உணவைப் பிடிப்பதற்கும் பாதுகாப்பதற்கும் பயன்படுகின்றன. மற்றக் கால்கள் நடப்பதற்கும், நீந்துவதற்கும் பயன்படுகின்றன. நீந்துவதற்குப் பயன்படும் கால்களில் தட்டையான துடுப்புப் போன்ற அமைப்புகள் காணப்படுகின்றன.

கண்கள் காம்புடன் உடலில் ஒட்டிக் காணப்படுகின்றன. செவுள்கள், செவுள் அறையில் பல அடுக்குகளாக அமைந்து தலை ஓட்டால் மூடிப் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. நன்கு வளர்ச்சியடையாத வயிற்றுப்பகுதி மார்புப் பகுதிக்குக் கீழே மடித்து வைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆணும், பெண்ணும் புறத்தோற்றத்தில் வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. ஆணின் வயிற்றுப்பகுதி குறுகியும், இரு பிளவுபடாத இணை உறுப்புகளுடனும் காணப்படும். பெண்ணின் வயிற்றுப்பகுதி விரிந்தும், முட்டைகளைச் சுமந்து செல்வதற்கு ஏற்றாற்போல் 4 பிளவுபட்ட இணையுறுப்புகளுடனும் காணப்படும். இதன் வாழ்க்கைச் சுழற்சியில் சோயியா (*Zoea*) மெகலோப்பா (*Megalopa*)என்னும் வேற்றிளரிகள் தோன்றுகின்றன.

ஓட்டுடைக் கணுக்காலிகளின் அமைப்பு முறையில் நண்டு இனங்கள் மிகவும் சிறப்பான வளர்ச்சியுற்றுக் காணப்படுகின்றன. நீரில் வசிக்கும்போது நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனை உட்கொண்டும், நீரில்லாச் சூழ்நிலையில் வளி மண்டலத்திலுள்ள ஆக்சிஜனை உட்கொண்டும் இவை சுவாசிக்கின்றன. ஒரு சில சிறப்பு இனங்கள் இரண்டு ஓடுடைய மெல்லுடலிகளின் போர்வைக் குழியில் (mantle cavity) வசிக்கின்றன.

மாட்டியூட்டா லூனாரிஸ் (*Matuta lunaris*). கேலிப்டியே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இச்சிற்றினத்தின் தலைமார்புப்பகுதி வட்டமான ஓர் உடல் ஒட்டினால் மூடப்பட்டிருக்கும். இவ்வோட்டின் இருபக்கமும் முக்கோண வடிவ முள்கள் காணப்படுகின்றன. மார்புக் கால்களின் இறுதி நான்கு இணைகள் நீந்துவதற்கு ஏற்றாற்போல் பட்டையாகத் துடுப்பு வடிவில் அமைந்திருக்கின்றன. எட்டுக் கால்கள் பெற்றுள்ள இந்நண்டு நீரில் நீந்துவதால் எண் துடுப்பு நண்டு என்று இதனைக் குறிப்பிடுவர். ஆண் நண்டின் வயிற்றுப் பகுதி ஈட்டி வடிவில் நீண்டு முள்களுடனும், மயிருடனும் காணப்படுகிறது. மஞ்சள் நிற உடலில் இடை இடையே ஊதாப் புள்ளிகள் காணப்படுகின்றன. இந்நண்டு மணற் பகுதியிலும், ஓரளவு ஆழமில்லாக் கடற்பகுதியிலும், கழிமுகங்களிலும் காணப்படுகிறது. மகாராஷ்டிராவில் இந்நண்டை உணவாக உட்கொள்கின்றனர். பொதுவாக இந்நண்டு தென்னாப்பிரிக்காவின் கிழக்குக் கடற்கரை, செங்கடல், இந்தியாவின் கிழக்கு மற்றும் மேற்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளில் பரவலாகக் காணப்படுகிறது.

மாட்டியுட்டா பிலானிப்பஸ் (*Matuta planipus*). இதுவும் கேலிப்டியே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த நண்டாகும். இது மாட்டியுட்டா லூனாரிசைப் போன்றே இருந்தாலும், அதைவிடச் சற்றுச் சிறியதாகவே தோற்றமளிக்கும். கால்களில் முள்களுக்குப் பதில் குறுநீட்சிகள் காணப்படுகின்றன. இதன் மஞ்சள் நிற உடல் முழுவதும் சிவப்புக் கோடுகள் காணப்படுகின்றன. இந்நண்டு தென்னாப்பிரிக்காவின் கிழக்குக் கடற்கரை, இந்தியாவின் கிழக்கு மற்றும் மேற்குக் கடற்கரை, அந்தமான், சிங்கப்பூர், தாய்லாந்து, சீனா, இந்தோனேஷியா, வடமேற்கு ஆஸ்திரேலியா ஆகிய பகுதிகளில் பரவலாகக் காணப்படுகிறது.

சில்லா செரேட்டா (Scylla serrata). போர்சுனிடியே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இது இந்தியாவில் காணப்படும் நண்டுகளில் மிகப்பெரியது. 200மி.மீ. அகலமுள்ள உடல்

ஓடு, கொடுக்கு விரிந்த நிலையில் 800மி.மீ. நீளமுள்ள உடல், 200மி.மீ. சுற்றளவுள்ள கால்கள் ஆகியவற்றைப் பெற்றுள்ளது. முன்பக்க விளிம்பின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் 9 கூர்மையான பற்கள் அமைந்துள்ளமை இதன் சிறப்புப் பண்பாகும். முதல் இணை மார்புக் கால்கள் மிகவும் வலிமையான கொடுக்குகளைப் பெற்றும், 2, 3, 4 ஆம் இணை கால்கள் சாதாரணமாகவும், 5 ஆம் இணை கால்கள் நீந்துவதற்கு ஏற்றவாறு துடுப்பு வடிவிலும் காணப்படுகின்றன. உடல் ஓடும் இணை உறுப்புகளும் இளம் பச்சை நிறத்தில் இருக்கும். ஆப்பிரிக்கக் கிழக்குக் கடற்கரை, அந்தமான், ஜப்பான், ஆஸ்திரேலியா, நியூசிலாந்து போன்ற இடங்களில் இந்நண்டு காணப்படுகிறது. உப்பு மாற்றத்தை மிகுதியும் தாங்கும் ஆற்றல் இந்நண்டுக்கு உள்ளமையால் கழிமுகப் பகுதிகளிலும் இது காணப்படும். மிக விரைவாக வளருவதாலும், உருவத்தில் பெருத்துள்ளமையாலும், மக்களால் விரும்பி உண்ணப்படுவதாலும் இந்நண்டு பொருளாதாரச் சிறப்பு மிகுந்து காணப்படுகிறது,

நெப்டியுனஸ் செங்குனோலெட்டஸ் (*Neptunus sanguinolatus*). போர்சுனிடியே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இதன் உடல் ஓடு அகலமாகவும் உடலின் நீளத்தைவிட நீண்டும் காணப்படுகிறது. முன்பக்க விளிம்பில் ஒவ்வொரு பக்கமும் 9 பற்கள் காணப்படுகின்றன. இதில் பின்பக்கத்தில் அமைந்திருக்கும் 9ஆம் பல் மிக நீண்டுக் காணப்படும். கொடுக்குக் கால்களின் பின் விளிம்பில் முள்கள் காணப்படுவதில்லை. சில்லா செரேட்டாவில் உள்ளவாறே இதிலும் 2, 3, 4ஆம் கால் சாதாரணமாகவும் 5ஆம் கால்கள் துடுப்பு வடிவிலும் காணப் படுகின்றன. வயிற்று இணையுறுப்புகளின் முன் முனை நீண்டும், நுனி விளிம்பில் முள்களுடனும் காணப்படும். வாழும் சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு இதன் நிறம் வேறுபடுகிறது. உடல் ஓட்டின் பின் பாதியில் மூன்று பெரிய வட்ட வடிவச் செம்புள்ளிகளும், நடுவில் ஒன்றும், பக்கவாட்டில் இரண்டும் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு செம்புள்ளியைச் சுற்றியும், ஒரு வெண்ணிற வளையம் காணப்படுகிறது. சில்லா செரேட்டாவைவிடச் சற்று சிறியதாகக் காணப்படும் இந்நண்டின் உடல் ஓடு 150மி.மீ. அகலமுடையது. இந்தியக் கடற்கரைப் பகுதிகளில் 120-140மி.மீ. நீளம் கொண்ட இந்நண்டை வலையைப் பயன்படுத்திப் பிடிக்கின்றனர். பிப்ரவரி -ஏப்ரல் காலங்களில் இனப்பெருக்கம் செய்யும் இது நன்னம்பிக்கை முனை, செங்கடல், பெர்சியன் வளைகுடா, இந்தியா, பாகிஸ்தான், சீனா, பிலிப்பைன்ஸ், ஜப்பான், ஆஸ்திரேலியா, ஹவாய் போன்ற இடங்களில் பரவிக் காணப்படும்.

நெப்டியூனஸ் பெலாஜிகஸ் (*Neptunus pelagicus*). இந்நண்டு சில்லா செரேட்டாவை விடச் சிறியதாகவும், நெப்டியூனஸ் செங்குனோலெட்டசைவிடப் பெரியதாகவும், ஏறத்தாழ 180மி.மீ. நீளமுடைய உடல் ஓட்டுடனும் காணப்படுகிறது. போர்சுனிடே குடும்பத்தில் காணப்படும் நண்டுகளைப் போன்றே இதன் கால்களும் அமைந்திருக்கின்றன. கொடுக்குக் கால்களின் பின் விளிம்பில் முள்கள் உள்ளன. முன்பக்க விளிம்பின் ஒவ்வொரு பக்கமும் 9கூர்மையான பற்கள் காணப்படுகின்றன. இதில் பின்பக்கத்தில் அமைந்திருக்கும் இறுதிப் பல் பெரியதாகவும், பக்கவாட்டில் நீண்டும் காணப்படும். ஆண் நண்டின் முன் வயிற்று இணையுறுப்புகள் நீண்டும் வளையாத நுனியுடனும் மிக அதிகமாக விளிம்பு முள்களுடனும் காணப்படுகின்றன. ஆண் நண்டு இளஞ்சிவப்பு நிறமாகவும், பெண் நண்டு மணல் நிறமாகவும் இருக்கும். மேலும் இந்நண்டின் உடல், ஒழுங்கற்ற வெண் புள்ளிகளுடனும் கால்களின் வெளிக் கண்டங்கள் செந்நீல நிறமாகவும் காணப்படுகின்றன. இது செப்டம்பர் - மார்ச் வரையிலான காலங்களில் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. இந்திய மற்றும் பசிபிக் கடற்கரைப் பகுதிகள் முழுவதும் இது பரவலாகக் காணப்படுகிறது. 100-150மி.மீ. நீளம் கொண்ட இந்நண்டை இந்தியாவின் அனைத்துக் கடற்கரைப் பகுதிகளிலும் பிடிக்கின்றனர்.

செரிப்டிஸ் குருசியேட்டா (*Charybdis cruciata*). இதன் உடல் ஓடு 150மி.மீ. நீளம் உடையது. இந்நண்டு 15-40மீ. ஆழமுடைய கடற்பகுதியில் காணப்படுகிறது. உடல் ஓட்டின் நீளம், அதன் அகலத்தைவிடக் குறைவாக இருக்கும். முன்பக்க விளிம்பின் ஒவ்வொரு பக்கமும் 6 கூர்மையான பற்களைப் பெற்றிருக்கும். இதில் முன்பக்கத்தில் அமைந்திருக்கும் முதல் பல், மற்றப் பற்களைவிடச் சிறியதாகவும் கூர்மை சற்றுக் குறைந்தும் காணப்படும். இதன் 6ஆம் வயிற்றுக் கண்டம் அகலமாக உள்ளது. ஆண் நண்டின் வயிற்றுள் முன்பகுதியிலுள்ள இணையுறுப்பு நீண்டு மொட்டையான நுனியுடனும், வெளிவிளிம்பில் மயிர் இழைகளுடனும் காணப்படும். பழுப்பும் செந்நீலமும் கலந்த உடல் ஓட்டில் மஞ்சள் நிறக்கோடுகள் காணப்படும். இக்கோடுகளின் நடுவில் அமைந்துள்ள ஒரு கோடு மட்டும் சிலுவையைப் போல் இருக்கும். அதனால் இதனைச் சிலுவை நண்டு என்றும் குறிப்பர். இணையுறுப்புகள் செந்நீலம் கலந்த பழுப்பு நிறத்தில் உள்ளன. இது தென்னாப்பிரிக்கக் கிழக்குக் கடற்கரை, பெர்சியன் வளைகுடா, இந்தியா, இலங்கை, சீனா, ஜப்பான், ஆஸ்திரேலியா போன்ற பகுதிகளில் பரவலாகக் காணப்படுகிறது.

செரிப்டிஸ் அன்னுலேட்டா (*Charybdis annulata*). கடற்கரையை ஒட்டிய பகுதிகளில் நீரில் மூழ்கியுள்ள பாறைகளின் இடுக்குகளில் வசிக்கும் இந்நண்டின் உடல் ஓடு 60மி.மீ. அகலமிருக்கும் உடல் ஓட்டின் முன்பக்க விளிம்பில் 6 கூர்மையான பற்கள் உள்ளன. கொடுக்குக் கால்களின் உள் விளிம்பில் முள்கள் காணப்படுவதில்லை. ஆண் நண்டின் வயிற்று இணையுறுப்புகளின் முனை வளைந்து ஒரு பையைப் போலக் காணப்படும். உடல் ஓட்டின் நிறம் செந்நீலமும் பச்சையும் கலந்து காணப்படும். கால்களில் பழுப்பு, செந்நீல வரிக் கோடுகள் உள்ளன. இது ஆப்பிரிக்கக் கிழக்குக் கடற்கரை, பாகிஸ்தான், இந்தியக் கிழக்கு மேற்குக் கடற்கரைகள், இலங்கை, தாய்லாந்து போன்ற இடங்களில் பரவியுள்ளது.

செரிப்டிஸ் எட்வார்ட்சி (*Charybdis edwardsi*). இந்நண்டு திருவனந்தபுரத்திற்குத் தெற்கில் 100-180மீ. ஆழமுள்ள கடற்பகுதியில் மிகுந்து காணப்படுகிறது. ஆண் நண்டு ஏறத்தாழ 70மி.மீ. நீளமும், பெண் நண்டு 60மி.மீ. நீளமும் உள்ள உடல் ஓடு பெற்றுள்ளது. இந்நண்டைச் சுறாமீன் மிகவும் விரும்பி உண்பதாகக் கூறப்படுகிறது. கேரளத்தில் வசிக்கும் மக்கள் இந்நண்டை மிகவும் விரும்பி உண்பர்.

செரிப்டிஸ் நெட்டாடர் (*Charybdis natator*). இச்சிறப்பினமும் கேரளக் கடற்கரைப் பகுதியில் மிகுந்து காணப்படுகிறது. இதன் முதற் பல் கூர்மையாகவும் இறுதிப் பல் நன்கு வளர்ச்சியடையாமலும் இருக்கின்றன. இது 60மி.மீ. நீளம் வரை மட்டுமே வளரும் தன்மையுடையது. இது செங்கடல் முதல் ஆஸ்திரேலியா வரையிலான பகுதிகளிலும், ஜப்பானிலும் பரவலாகக் காணப்படுகிறது.

வருணா லிட்டரேட்டா (*Varuna litteratta*). கிரப்சிடியே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இந்நண்டு, மாட்டியுட்டா லூனாரிஸ் என்னும் நண்டைப் போன்று சிறியதாக உள்ளது. தென்னாப்பிரிக்கக் கடற்பகுதிகளிலும், ஆஸ்திரேலியா, ஜப்பான் கடற் பகுதிகளிலும் இது மிகுந்து காணப்படுகிறது. இந்தியாவில் மன்னார் வளைகுடாப் பகுதியிலும், மேற்கு வங்கச் சுந்தர்பான் பகுதியிலும் காணப்படும் இது 50மி. மீட்டருக்கு மேல் வளருவதில்லை. மிதக்கும் மரங்களில் ஒட்டிக்கொண்டு வாழும் பழக்கத்தை இது பெற்றுள்ளமையால் அனைத்து இடங்களிலும் பரவியுள்ளது.

- வீ. சுந்தரராஜ்
- இரா. பக்தவச்சலம்

துணைநூல். D.V. Bal and K. Virabadra Rao, *Marine Fisheries*, Tata McGraw-Hill Publishing co., Ltd., New Delhi, 1984.

நத்தை

இது முதுகெலும்பற்ற உயிரினங்களில் மெல்லுடலிகள் தொகுதியில் வயிற்றுக் காலிகள் வகுப்பைச் சார்ந்தது.

பரவல். பைலா என்னும் பொதுவினத்தைச் சேர்ந்த நத்தை உலகின் கீழ்த்திசைப் பகுதிகளிலும், எத்தியோப்பியா பகுதிகளிலும் பரவலாகக் காணப்படுகிறது. ரோடிங் என்பார் கி.பி.1798இல் நத்தை இனத்தை பைலா என்னும் பெயரிட்டுக் குறித்தமையால் பைலா என்னும் பெயரே நிலைத்துவிட்டது. கி.பி. 1799இல் லாமார்க் என்பார் நத்தை இனத்தை ஆம்புல்லேரியா என்று பெயரிட்டும் இப்பெயர் நிலை பெறவில்லை.

அரியோஃபான்ட்டா என்னும் இனத்தைச் சேர்ந்த நத்தைகளைத் தோட்டத்து நத்தை (garden snail) என்பர். நில வாழ்வியான இது சிறிய வாயும், தட்டையான தோற்றமும் கொண்டது. நீலகிரி, ஆனைமலைப் பகுதிகளில் இது காணப்படுகிறது.

நத்தையின் உடல் மென்மையாக உள்ளமையால் இதனை மெல்லுடலிகள் என்பர். உடலில் முதுகெலும்பிற்குப் பதிலாக உறுதியான ஓடு உண்டு. மெல்லுடலிகளில் ஏறத்தாழ 45,000 இனங்கள் உள்ளன. நத்தை, சங்கு போன்றவற்றிற்கு வயிற்றில் கால்கள் உள்ளமையால் இவை வயிற்றுக்காலிகள் எனப்படும். தட்டையான கால்களின் உதவியால் நத்தை ஊர்ந்து செல்லும். ஊர்ந்து செல்லும்போது கூட்டைத் தம் முதுகில் சுமந்துசெல்லும். நத்தையின் கூட்டுக்குக் கிளிஞ்சல் என்று பெயர். ஒரே ஓடு உள்ளவை நத்தை இனம் என்றும், இரண்டு ஓடுகளை உடையவை சிப்பி இனம் என்றும் பகுக்கப்படும்.

உடலமைப்பு. நத்தையின் உடலைத் தலை, பாதம், உள்ளுறுப்புத் திரள் (visceral mass) எனப் பிரிக்கலாம். தலை, பாதம் முதலியவற்றை முழுமையாகவோ பகுதியாகவோ கூட்டிற்கு வெளியே நீட்ட முடியும். ஆனால் உள்ளுறுப்புத்திரள் மட்டும் கூட்டின் மேற்புறச் சுருள்களில் வைக்கப்பட்டுள்ளமையால் வெளியே தெரியாது. உடலின் பகுதிகள் பாதத்திலிருந்து எழுகின்ற கூட்டச்சுத் தசையால் (columellar muscle) கூட்டுடன் நன்கு இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் விலங்கின்

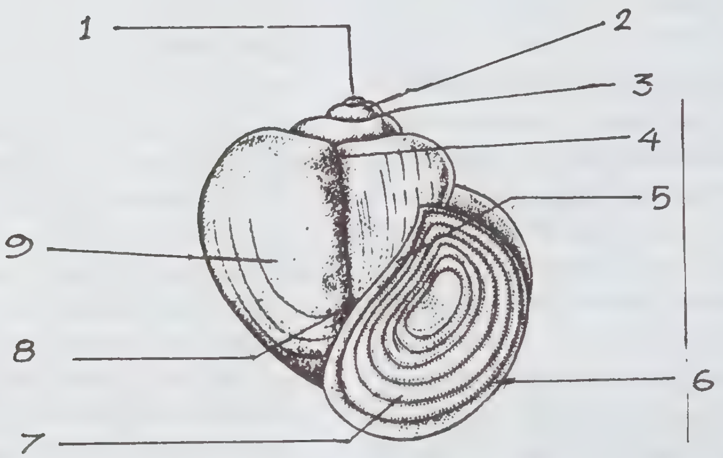
உடலைக் கூட்டுக்குள் இழுத்துக்கொள்ளவும் இத்தசைகள் பயன்படுகின்றன. சுரப்பிகள் நிறைந்த தோல், விலங்கின் முன்புறத்தில் ஒரு போர்வையாக (mantle) உருவாகியுள்ளது. நத்தை தன் உடலைக் கூட்டுக்குள் இழுக்கும்போது உடலின் பகுதிகள் உறைக்குழிக்குள் (mantle cavity) வருகின்றன.

தலை. தலை முன்புறமாக நீண்டு முகவாயாக (shout) மாறியுள்ளது. இப்பகுதி இரண்டாகப் பிரிந்து சுருங்கி விரியக்கூடிய கீழுதட்டு முகிழ்ப்புகள் (labial palps) அல்லது முதல் இரட்டை நீட்சிகளாக மாறியுள்ளது. இவற்றிற்குப் பின்னால் இரண்டாம் இரட்டை நீட்சிகள் காணப்படுகின்றன. இந்த உண்மையான உணர்நீட்சி ஒவ்வொன்றிற்கு வெளிப்புறத்திலும் ஒரு காம்பு உள்ளது. இக்காம்புகளின் முனைகளில் கண்கள் உள்ளமையால் இவை கண் காம்புகள் (ommatophores) எனப்படும். தலையும், உறையும் இணைந்து கழுத்துக் கதுப்புகள் (nuchal lobes) அல்லது பொய்க்கால் மேல் தடிப்புகள் (pseudopipodia) ஆகியுள்ளன. இவை சுவாச உறுப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன. குறிப்பாக இடக் கழுத்துக் கதுப்புக் குழாய் போன்று சுருண்டுள்ளமையால் நிலத்தில் நத்தையால் சுவாசிக்க முடிகிறது.

பாதம். நத்தையின் உடலின் பெரும்பகுதி பாதமாகும். முக்கோணப் பாதத்தின் குறுகிய முனை பின்னோக்கியும், அகன்ற பகுதி முன்னோக்கியும் உள்ளன. நகரும்போது பாத வடிவம் அடிக்கடி மாறும். இடப்பெயர்ச்சிக்குப் பயன்படக்கூடிய பாதத்தின் முன்பகுதியில் குருதி செலுத்தப்படுவதால் அப்பகுதி விரிவடைகிறது. பாதத்தின் பின்முனையில் மேற்புறமாகக் கூட்டின் மூடி இணைந்துள்ளது.

உள்ளுறுப்புத் திரள். நத்தையின் கருஞ்சிவப்புநிற உள்ளுறுப்புத் திரள், கூட்டைப்போலவே சுருண்டு கூட்டின் பெரும்பகுதியை அடைத்துள்ளது.

நத்தை ஓடு. இவ்விலங்கின் மென்மையான உடலை ஓர் ஓடு அல்லது கூடு மூடியுள்ளது. கூட்டிலிருந்து தலையை வெளியே நீட்டிக்கொண்டு தட்டையான



1. முகடு, 2. ஈற்றயல் திருகுகள் 3. பொருத்துவாய் 4. வளர்ச்சிக்கோடு 5. திருகுசுருள் உதடு 6. வெளி உதடு 7. ஒட்டு மூடி 8. ஒட்டச்சுத்துளை 9. உடல் திருகுகள்.

நத்தை *(Pila globosa)*

பாதத்தினால் நத்தை நகருகிறது. தீங்கு ஏற்படும் சமயங்களில் தலை, பாதம் முதலிய பகுதிகளைக் கூட்டினுள் இழுத்துக்கொள்கிறது. கூட்டின் வாய், மூடி போன்ற ஒரு சிறு தகட்டால் மூடப்படுகிறது. இத்தகடு பாதத்தின் பின்பகுதியில் மேற்புறமாக இணைந்துள்ளது.

நத்தையின் ஓடு பழுப்பு அல்லது கருமையான நிறங்களில் காணப்படும். நத்தை உயிருடன் இருக்கும்போது ஓட்டின்மேல் பாசிகள் படிவதால் அது பசுமை நிறமாகக் காணப்படுகிறது. சுண்ணாம்புப் பொருளாலான ஓடு ஒரு மைய அச்சைச் சுற்றிப் புரிவடிவமாக அமைந்த நீண்ட கூம்பாகும். கூட்டின் மேற்பகுதியான உச்சி என்பது முதன் முதலில் சுரக்கப்பட்டதாகும். மைய அச்சைச் சுற்றி அமைந்துள்ள புரிகள் அல்லது சுருள்கள் (whorls) இணைப்புக் கோடுகள் (sutures) என்னும் பள்ளங்களால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

கூட்டின் உச்சியில் தொடங்கும் சுருள்கள் பெரிதாகிக்கொண்டே வருகின்றன. இறுதியில் சுருள் மிகப் பெரியதாக இருப்பதுடன் உடலில் பெரும்பகுதியை உள்ளடக்கியுள்ளமையால் இதற்கு உட்சுருள் (body whorl) என்று பெயர். இச்சுருள்களின் மேல்கீழாகக் காணப்படும் நெடுக்குக் கோடுகள் வளர்ச்சிக் கோடுகளாகும். கூடு திறக்கும் அகன்ற துளையே வாயாகும். வாயின் வெளி விளிம்பிற்கு வெளி உதடு என்றும், உள் விளிம்பிற்கு உள் உதடு என்றும் பெயர்.

கூட்டின் மூடி, கைட்டின் என்னும் பொருளுடன் கால்சியம் கார்பனேட் சேர்ந்து உறுதியாக்கப்பட்ட ஒரு தகடு ஆகும். இதன் வெளி ஓரம் குவிந்தும், உள் ஓரம் சிறிது குழிந்தும் காணப்படும். இதன் முன்முனை ஏறத்தாழக் கூராகக் காணப்படும். மூடியின் வெளிபுறத்தின் கீழ் மையமாக அமைந்த நடுப்பகுதியைச் சுற்றி வட்ட வடிவில் அமைந்த பல கோடுகள் காணப்படுகின்றன. மூடியின் உட்புறமாகப் பாதத்தைச இணைகின்ற நீண்ட மையக்குமிழ் (boss) காணப்படுகிறது. இதைச் சுற்றிப் பல ஆழமற்ற வரிப்பள்ளங்கள் காணப்படுகின்றன. உடலின் முன் பகுதியைச் சூழ்ந்துள்ள உறையினுள், மேற்புறமாகவும், பக்கமாகவும் உள்ள பகுதி உறைக்குழி (mantle cavity) எனப்படும். இறுதிப்பகுதியின் இணைக்கப்படாத விளிம்பிலிருந்து உறைக்குழியின் பின்முனை வரை ஒரு நீண்ட மடிப்புச் செவுள் (ctenidium) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. உறைக்குழியின் மேல் பகுதியிலிருந்து ஒரு நுரையீரல் பை (pulmonary sac) இடப்புறமாகத் தொங்கிக் கொண்டுள்ளது. நுரையீரல் பை உள்ள உறைக்குழியின் பகுதி நுரையீரல் அறை (pulmonary chamber) என்றும், செவுள் உள்ள பகுதி செவுள் அறை (branchial chamber) என்றும் குறிக்கப்படுகின்றன. மலக்குடல் (rectum) உறைக்குழியின் கீழ்த்தளத்தில் பொதிந்திருக்கிறது. இது மலப்புழை (anus) மூலம் திறக்கிறது.

செரிமான மண்டலம். நத்தையின் செரிமான மண்டலத்தில் உணவுப்பாதையும் (alimentary canal) செரிமானச் சுரப்பிகளும் இன்றியமையாதவை. உணவுப் பாதையை முன்குடல் (fore gut) நடுக்குடல் (mid gut) கடைக்குடல் (hind gut) எனப் பிரிக்கலாம்.

செரிமான மண்டலம் நல்ல வளர்ச்சியைப் பெற்றுள்ளது. வாய்த்திரள் (buccal mass),உணவுக்குழல் (oesophagus) ஆகியவை முன் குடற்பகுதியில் உள்ளன. வாய்த்திரளின் முன்பகுதியில் உள்ள துளை, வாய் ஆகும். வாய்த்திரளின் சுவர்கள் நன்கு தடித்த தசையாலானவை. இதனுள்ளிருக்கும் வாய்க்குழியில் (buccal cavity) இரண்டு தாடைகள் உள்ளன. இத்தாடைக் வாய்த்திரளில் உள்ள சுருங்கு தசைகளால் (sphincter muscles) இயக்கப்படுகின்றன. வாய்க்குழியின் பின்பகுதியில் ஒரு பல்தாங்கி (odontophore) அல்லது நாக்குத்திரள் (tongue mass) இருக்கிறது. இப்பல்தாங்கியின் மேல் நாடாவைப் போன்ற ஒரு நாக்கரம் (radula) உள்ளது. இதன் மேல்பக்கத்தில் கொம்புப் பொருளாலான பல பற்கள் நாக்கரப் பையினுள் (radular sac) தொடர்ந்து செல்கின்றன. நாக்கரத்தில் உள்ள பல்வரிசை ஒவ்வொன்றிலும் 7 பற்கள் உள்ளன. அவை நாக்கரத்தின் நடுவில் உள்ள ஒரு நடுப்பல், ஒவ்வொரு பக்கத்திலுமுள்ள ஒரு பக்கப்பல், நாக்கரத்தின் ஒவ்வொரு விளிம்பிலுமுள்ள ஓர் ஓரப்பல் ஆகியவையாகும். இப்பற்கள் நாக்கரப் பையால் உருவாகின்றன. பற்கள் தேய்ந்துபோகும்போது புதிய பற்கள் தோன்றும்; அப்போது நாக்கரமும் முன்னே தள்ளப்படுகிறது.

வாய்த்திரளின் பிற்பகுதியில், பக்கத்திற்கொன்றாக, இரண்டு உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள் இருக்கின்றன. வாய்த்திரளைத் தொடர்ந்து உள்ள உணவுக்குழாய் இரைப்பையில் திறக்கிறது. உமிழ்நீர்ச்சுரப்பிகளின் கீழ்ப்புறமாக இரண்டு உணவுக்குழல் பைகள் (oesophagus pouches) உள்ளன. இது ஒவ்வொன்றும் உணவுக்குழலுடன் இணைந்துள்ளது.

நடுக்குடலில் இரைப்பை (stomach), பைநீட்சி (caecum) செரிமானச் சுரப்பி (digestive gland), குடல் முதலியவை அடங்கும். உள்ளுறுப்புத்திரளில் இடப்புறமாகக் கருஞ்சிவப்பு நிறமுடைய இரைப்பை உள்ளது. உணவுக்குழலைத் தொடர்ந்துள்ள பையைப் போன்ற பகுதி, மேல் இரைப்பை (cardiac stomach) என்றும், அதனையடுத்துள்ள பகுதி, குழல் இரைப்பை (pylonic stomach) என்றும் குறிக்கப்படுகின்றன. இரைப்பையின் பெரும்பகுதி மேற்புற இரைப்பையாலானது.

குழல் இரைப்பையைத் தொடர்ந்து செல்கின்ற பகுதி குடல் ஆகும். உள்ளுறுப்புத்திரளில், செரிமானச் சுரப்பி இரைப்பையைச் சூழ்ந்துள்ளது. நத்தையின் கூட்டைப் போலவே இச்சுரப்பியும் திருகியுள்ளது. இதில் இரண்டு கதுப்புகள் (lobes) இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு கதுப்பிலிருந்தும் ஒரு செரிநீர்க்குழாய் எழுகிறது. இது ஒவ்வொன்றும் பல நுண்குழாய்களாலானது. இரண்டு பெரிய செரிநீர்க்குழாய்கள் இணைந்து ஒரே குழாயாகி இரைப்பையினுள் திறக்கும்.

செரிமானம். நத்தையின் உணவு நீர்நிலைகளிலுள்ள மென்மையான தாவரங்களாகும். வாயில் உள்ள தாடை, பல்தாங்கி முதலிய உறுப்புகளால் தாவரங்கள் முதலில் வெட்டப்படுகின்றன. நாக்கரம் முன்னும் பின்னும் நகருவதால் உணவு சிறு சிறு துண்டுகளாக்கப்படுகிறது. வாய்க்குழியில் உமிழ்நீர், உணவுடன் இரண்டறக் கலக்கின்றது. உமிழ்நீர் மாவுப்பொருளைச் செரிக்கச் செய்கிறது. செரிமானச் சுரப்பியால் சுரக்கப்படுகின்ற நொதி இரைப்பையிலுள்ள தாவரங்களின் செல்லுலோசைக் கரைத்து உணவைக் கூழ்போல ஆக்குகிறது. இந்த உணவு செரிமானச் சுரப்பிகளிலுள்ள உறிஞ்சும் செல்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. அங்குள்ள நொதிகளினால் செல்லுலோஸ் செரிக்கப்படுகிறது. இங்கு நடைபெறுவது அகச் செல் செரிமானம் (intracellular digestion) ஆகும். இரைப்பையில் புறச்செல் செரிமானம் (extra cellular digestion) நடைபெறுகிறது. செரிக்கப்பட்ட உணவுப் பொருள்கள் முக்கியமாகச் செரிமானச் சுரப்பியிலும் குடலிலும் உறிஞ்சப்படுகின்றன.

சுவாச மண்டலம். நத்தை நீரிலும் நிலத்திலும் சுவாசிக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளது. நீரிலிருக்கும்போது செவுள்களாலும், நிலத்திலிருக்கும்போது நுரையீரல் பையாலும் சுவாசிக்கிறது. பொய்க்கால் மேல்தடிப்புகளும் துணைபுரிகின்றன. இது ஓர் இருவாழ்வி ஆகும்.

செவுள் சுவாசம். நத்தை நீர்நிலையின் அடிப்பகுதியில் இருக்கும்போது செவுள் சுவாசம் நடைபெறுகிறது. தலையின் முன்பகுதியை நீட்டிச் சுருக்குவதன் மூலம் உறைக் குழியின் அடித்தளம் மாறி மாறி ஏற்றி இறக்கப்படுகின்றது. பொய்க்கால் மேல்தடிப்புகள் இரண்டும் குழாய் போலச் சுருண்டுவிடுகின்றன. இடக் குழாய் மூலம் நீர், உறைக்குழாயினுள் நுழைகிறது. அவ்வாறு உள்ளே செல்லும்போது நீர், வேதி உணர்வுறுப்பின் கீழாகச் செல்வதால் இவ்வுறுப்பு நீரின் இயற்பிய வேதித் தன்மைகளை அறிகிறது. தூய்மையற்ற அல்லது சுவாசத்திற்கேற்ற நீர் கிடைக்காவிடில் நத்தை வேறிடத்திற்கு நகருகிறது. இவ்வாறு இடப் பொய்க்கால் மேல் தடிப்புக் குழாயின் மூலம் உட்சென்ற நீர் செவுள் அறையை அடைகிறது. செவுள் அறையில் செவுள் முழுவதும் நீரில் மூழ்கடிக்கப்படுகிறது. இங்கு நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜன் செவுளில் உள்ள குருதிக் குழாய்களினுள் செல்கிறது. குருதியிலுள்ள கார்பன் டை ஆக்சைடு நீரில் கரைகிறது. வளிம மாற்றத்துக்குப் பின் இந்நீர் வலப் பொய்க்கால் மேல் தடிப்பினால் உண்டான குழாயின் மூலம் வெளியேறுகிறது. உறைக்குழியின் அடித்தளம் மாறி மாறி ஏற்றி இறக்கப்படுவதாலும், செவுள் மடிப்புகளிலுள்ள நுண்ணிழைகள் (cilia) அசைவதாலும் நத்தை ஒரு தொடர்ச்சியான நீர்ச் சுழற்சியை (water current) உண்டாக்குகிறது.

நுரையீரல் பைச் சுவாசம். நீரின் தன்மை கெட்டாலோ, நீரின் மேற்பரப்பில் நீந்திக்கொண்டிருக்கும்போதோ, நீர்நிலையின் அருகிலுள்ள நிலத்தின் பகுதிக்கு வரும்போதோ நத்தை காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜனைச் சுவாசிப்பதற்கு நுரையீரல் பை துணை புரிகிறது. இடப் பொய்க்கால் மேல் தடிப்பு அகன்று, விரிந்து, அதன் வல விளிம்பு சுருண்டு, இட விளிம்பின் மேல் படுவதால் ஒரு நீண்ட குழாயாக மாறுகிறது. இது நீண்டு, காற்றை உள்ளிழுக்கப் பயன்படுகிறது. இதன் அடிப்பகுதி நுரையீரல் அறையுடன் (pulmonary chamber) தொடர்பு கொண்டுள்ளமையால் காற்று நேராக நுரையீரல் அறையினுள்ளே செல்கிறது. நுரையீரல் அறையின் சுவர்களில் குருதிக் குழாய்கள் உள்ளமையால் காற்று அவ்வறையின் உள்ளிருக்கும்போது வளிம மாற்றம் நடைபெறுகிறது.

கோடைத்துயில் (aestivation). கோடைக்காலங்களில் நீர்நிலைகளிலுள்ள நீர் வற்றிவிடுவதால் நத்தை மண்ணில் புதைந்து வாழ்கிறது. இந்நிலையில் அதன் உயிர்ச் செயல்கள் அனைத்தும் மிகவும் குறைந்த அளவில் நடைபெறுகின்றன. அப்போது நுரையீரல் அறையில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் காற்றைப் பயன்படுத்திச் சுவாசிக்கும்.

குருதி ஓட்ட மண்டலம். நத்தையின் குருதி ஓட்ட மண்டலத்தில் இதய உறை (pericardium) இதயம், தமனிகள் (arteries), சிரைகள் (veins), குருதிக் குழிவுகள் (blood sinuses) முதலியவை உள்ளன. நுரையீரல் பையின் பின்புறமாகவும், கீழாகவும் உள்ளுறுப்புத் திரளின் இடப்புறத்தில் நெஞ்சுக்குலையுறை செங்குத்தாக அமைந்துள்ளன. இவ்வுறையை போலவே இதயமும் செங்குத்தாக, ஆனால் சாய்வாக இருக்கிறது. இதயத்தில் ஓர் இதய மேலுறை, (auricle), இதய உட்குழிவு (ventricle) முதலியவை உள்ளன. உட்குழிவின் மேற்புறமாக மேலுறை அமைந்திருக்கிறது. மேலறைச் சுவர் மெல்லியது. உட்குழிவுச் சுவர் தடிப்பானது. இவ்விரண்டு அறைகளுக்கிடையே உள்ள துளை (auriculo ventricular opening) தடுக்கிதழ்களால் காக்கப்படுகிறது. குருதியை மேலறையிலிருந்து உட்குழிவுக்கு வர மட்டும் அனுமதிக்கும். குருதி மீண்டும் எதிர்த்திசையினுள் செல்வதைத் தடுக்கும்.

குருதி ஓட்டம். தலைப்பெருந்தமனி, உள்ளுறுப்புப் பெருந்தமனி முதலியவற்றின் வழியாக உடலின் பல பகுதிகளுக்கும் சென்ற குருதி உள்ளுறுப்புச் சூழ் குருதிக்குழிவு, குடல் சூழ் குருதி ஆகியவற்றால் சேகரிக்கப்படும். உள்ளுறுப்புச் சூழ் குருதிக் குழிவிலிருந்த குருதிச் செவுள், சிறுநீரகக் குருதிக் குழிவுக்குச் செல்கிறது. பின்னர் இங்கிருந்து மேலறையைச் சென்றடைகிறது.

செவுள், நுரையீரல் பை முதலியன உள்ளமையால் இம்மண்டலம் சிக்கலான அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. மேலும் நத்தையில் திருகுமாற்றம் (torsion) காரணமாக இம்மண்டலம் சீரற்ற தன்மையைப் (asymmetry) பெற்றிருக்கிறது.

நரம்பு மண்டலம். நந்தையின் நரம்பு மண்டலத்தில் திருகுமாற்றத்தின் காரணமாக மாறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன. இம்மண்டலத்தில் பல நரம்புச் செல் திரள்களும் (ganglia), நரம்புச் சேர்க்கைகளும் (commissures), நரம்பிணைப்புகளும் (connectives) உள்ளன. வாய்த்திரளுக்கு மேற்புறப் பக்கவாட்டில் இரண்டு மூளை நரம்புச் செல்திரள்கள் (cerebral ganglia) உள்ளன. வாய்த்திரளின் கீழ்ப்புறத்தில் பக்கவாத நரம்புச் செல்திரள்கள் (pleuro-pedal ganglia) இரண்டு உள்ளன.

வாய்த்திரளும், உணவுக்குழலும் இணையுமிடத்தில் ஓர் இரட்டை வாய் நரம்புச் செல்திரள்கள் (buccal ganglia), வாய்த்திரளின் மேற்புறமாகப் பக்கவாட்டுத் தசைகளில் பொதிந்துள்ளன. உணவுக்குழலைச் சுற்றி, முன்புறமாக ஒரு நரம்பு வளையம் இருக்கிறது. இதற்கு வாய் இரைப்பை நரம்பு வளையம் (stomato-gastric ring) என்று பெயர். இந்த நரம்பு வளையத்திலிருந்து, வாய்த்திரள், உணவுக்குழல், உமிழ்நீர்ச்சுரப்பி, உணவுக்குழல் முதலிய உறுப்புகளுக்கு நரம்புகள் செல்கின்றன.

மூளை நரம்புச் செல்திரளிலிருந்து நரம்புகள் தலை, உணர்நீட்சிகள், கண்கள், சமநிலை உறுப்பு (statocyst) ஆகியவற்றிற்குச் செல்கின்றன. பக்க நரம்புச் செல் திரளிலிருந்து உறைக்கும், பாத நரம்புச் செல் திரளிலிருந்து பாதத்திற்கும் நரம்புகள் செல்கின்றன. உள்ளுறுப்புச் செல் திரளிலிருந்து செவுள், நுரையீரல் அறை, செரிமான, கழிவு நீக்க, இனப்பெருக்க உறுப்புகளுக்கு நரம்புகள் செல்கின்றன.

உணர்வுறுப்புகள். ஒரு வேதி உணர்வுறுப்பு, ஒரு சமநிலை உறுப்பு, ஓர் இரட்டைக் கண்கள், ஓர் இரட்டை உணர்நீட்சிகள் ஆகியவை நத்தையின் உணர்வுறுப்புகளாகும்.

கண்கள். நத்தைக்கு இரண்டு கண்கள் உள்ளன. ஒவ்வொன்றும் ஒரு கண் நரம்பின் நுனியில் அமைந்துள்ளது. முன்புறம் விழிவெண்படலத்தால் (cornea) மூடப்பட்டுள்ளது. மேலும் உள்விழி வெண்படலம், வில்லை (lens) ஆகிய பகுதிகளும் உண்டு. பார்வைத்திறன் நன்கு வளர்ச்சி அடையவில்லை.

சமநிலை உறுப்பு. நந்தையின் ஒவ்வொரு பாத நரம்புச் செல்திரளுக்கு அருகிலும் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக இரு சமநிலை உணர்வுறுப்பிகள் உள்ளன. சமநிலைத் துகள்களின் அசைவை மேல்தோல் செல்கள் (epithelium cells) மூளைக்குத் தெரிவிப்பதன் மூலம் நத்தை, தான் நகர்ந்து செல்லும் பாதையின் ஏற்றத்தாழ்வுகளை அறிகிறது.

உணர்நீட்சிகள். நத்தையின் தலைப்பகுதியில் இணைந்துள்ள, நீண்டு சுருங்கக்கூடிய உறுப்புகளான இவை தொடு உணர்ச்சி உறுப்புகளாகச் (tactile sense organs) செயலாற்றுகின்றன.

ஆண் இனப்பெருக்க மண்டலம். ஆண் இனப்பெருக்க மண்டலத்தில் ஒரு விந்துச் சுரப்பி (testis) விந்துப்பையுடைய ஒரு விந்துக் குழாய் போன்ற உறுப்புகள் உள்ளன. விந்துச் சுரப்பி மஞ்சள் நிறமாகக் காணப்படுகிறது. இதிலிருந்து பல சிறிய விந்து நுண்குழாய்கள் (vasa efferentia) இணைந்து

விந்துக்குழாய் (vas deferens) ஆகின்றன. உறையின் உள் முனையில் குறி வளர்ச்சியடைந்துள்ளது. இது குறி உறையினுள் (penis sheath) வைக்கப்பட்டுள்ளது. குறி, ஆண் இனப்பெருக்கத்துளை ஆகிய இரண்டும் புணர்ச்சியின்போது ஒன்றோடொன்று தொடர்பு கொள்கின்றன. உறையின் கீழ்ப்பகுதியில் செவுள் கீழ்சுரப்பி ஒன்று அமைந்துள்ளது. ஆண் நத்தையின் விந்துச் சுரப்பி உள்ள இடத்திலேயே பெண் நத்தையின் சூல் சுரப்பி (ovary) உள்ளது. ஆனால் இது சிறியதாகக் காணப்படுகிறது.

கலவியும் கருவுறுதலும். ஆண் நத்தையும், பெண் நத்தையும் சில மணி நேரங்களுக்குக் கலவியில் ஈடுபடுகின்றன. அப்போது ஆண் நத்தையின் விந்துப் பையிலிருக்கும் விந்தணுக்கள் பெண் நத்தையின் விந்து ஏற்பிக்குள் செலுத்தப்படுகின்றன. அகக் கருவுறுதல் (internal fertilization) நடந்துமுடிந்த பின் பெண் நத்தை முட்டைகளை ஈரமான மண்ணில் திரள் திரளாக இடுகிறது. இம்முட்டைகளிலிருந்து இளம் நத்தைகள் வளர்ச்சி பெற்ற நிலையில் வருகின்றன.

கழிவு நீக்க மண்டலம். நத்தையில் ஒரே ஒரு சிறுநீரகம் மட்டுமே இருக்கிறது. திருகு மாற்றத்தின்போது இடச் சிறுநீரகம் உறைக் குழியின் வலப் புறத்துக்கு வந்துவிட்டதாகவும், வலச் சிறுநீரகம் இனப்பெருக்கக் குழாயாக மாறி விட்டதாகவும் கருதப்படுகிறது. சிறுநீரகத்தின் இரண்டு அறைகளும் கழிவு நீக்கச் செயலைச் செய்கின்றன. குருதியிலுள்ள நைட்ரஜனை யுடைய கழிவுப் பொருள்களைப் பிரித்து, சிறுநீரகத் துளை மூலம் உறைக் குழியினுள் செலுத்தப்படுகின்றன. நத்தை நீரில் வாழும்போது அம்மோனியாவாகவும், நிலத்தில் வாழும்போது யூரிக் அமிலமாகவும் கழிவுப்பொருள் வெளியேற்றப்படுகிறது.

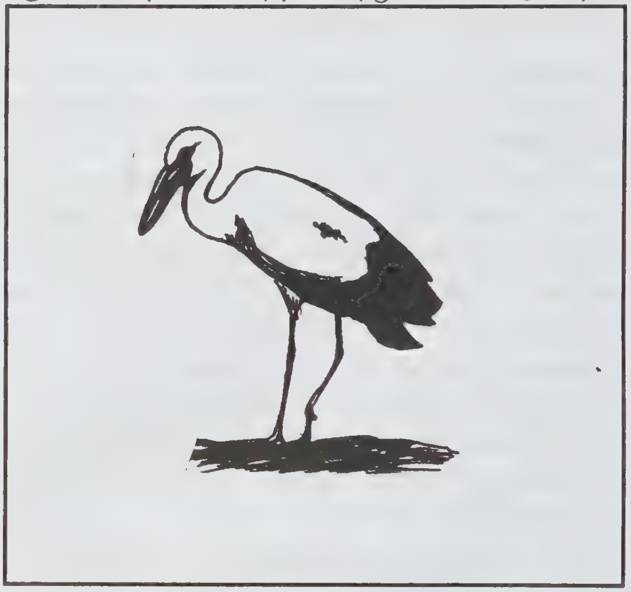
- செ. மரியதூசைநாதன்

துணை நூல். W.D. Russell-Hunter, *A Life of Invertebrates*, Macmillan Publishing Co., New York, 1970.

நத்தைக் குத்தி நாரை

இது இந்தியா, இலங்கை போன்ற பகுதிகளில் வாழும் வலசை (migration) செல்லும் உள்ளூர்ப் பறவையாகும். நத்தைக் குத்தி நாரையின் *(Anastomus oscitans)* அலகு பெரியதாகவும், உறுதியாகவும் உள்ளது. மேல் தாடையின் முன் பகுதியில் பல வளைவுகள் உள்ளன. பெரிய கண்களுக்குப் பின்னால் முகம் அமைந்துள்ளது. முகத்தைச் சுற்றிலும் கீழ்ப்புறத்திலும், கன்னப் பகுதியிலும், தொண்டையிலும் இறகுகளின்றித் தோல் மட்டும் காணப்படுகிறது. இவ்வாறு இறகு அற்ற தன்மை அயோரிஸ் போன்ற பறவைகளில், இளம் குஞ்சுகளில் மட்டுமே தென்படுகிறது. கணுக்கால் பகுதி சாதாரணமாகவும், அலகு முகட்டுப் (culmen) பகுதிக்கு இணையாகவுமுள்ளது. விரல்கள், கூர்மையான நகங்கள் நீண்டுள்ளன.

ஆண் நத்தைக் குத்தி நாரைக்குத் திறந்த இறகுகளற்ற அலகுள்ளது. இந்த அலகு மங்கலான பச்சை நிறமாகவும் கீழ்ப்புறம் சிவந்தும் அமைந்துள்ளது. கண்களைச் சுற்றி இறகின்றியும் கூடுதலான தோல் பகுதியுடனும் காணப்படும். கால்கள் தடித்தும் வெளுத்தாற் போன்றும் தோன்றுகின்றன. இனப்பெருக்கக் காலத்தில், வால் பகுதியிலுள்ள இறகுகள் குட்டையாகவும், கருமையாகவும், பச்சை நிறம் கலந்தும் காணப்படுகின்றன.



நத்தைத் குத்தி நாரை *(Anastomus oscitans)*

மற்றப் பகுதிகளில் வெண்மை நிற இறகுகளுள்ளன. இனப்பெருக்கக் காலம் முடிந்தபிறகு வெண்மை நிற இறகுகள் உள்ள பகுதிகளில் சாம்பல் நிற இறகுகள் தோன்றுகிறன. இளம் குஞ்சுகளின் இறகுகள் மர நிறத்தை ஒத்துள்ளன. பெண் பறவைகளில், ஆண் பறவைகளில் உள்ளவாறே அனைத்துப் பண்புகளும் அமைந்துள்ளன.

பெரும்பாலும் மெல்லுடலிகளை, குறிப்பாக நன்னீர் வாழ் நத்தைகளை நத்தைக் குத்தி நரை உண்ணும். யூனியோ என்னும் நத்தையைச் சில பறவைகள்

விரும்பிப் புசிப்பதாகக் கூறுவர். அலகின் வன்தாடைகளுக்கு இடையிலுள்ள இடைவெளி, கிளிஞ்சல்களைத் தொடர்ந்து உண்ணப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. இப்பறவை, நத்தைகளைக் கால்களால் பற்றி, அதன் ஓட்டு மூடியை (operculum) வேகமாக உடைத்த பிறகு, தன் அலகை அதன் வழியாகச் செலுத்தி உள்ளே இருக்கும் உயிரியை எடுத்துண்கிறது. சில சமயங்களில் மீன்களையும், தவளைகளையும் இவ்வாறே உண்ணும்.

நத்தைக் குத்தி நாரை டிசம்பர் மாதத்தில் கிழக்குக் கரையோரப் பகுதிகளில் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. இருப்பினும், இப்பறவை ஜூன் மாதத்திலும் இனப்பெருக்கம் செய்யக்கூடும் என்பர். சில நேரங்களில் டிசம்பர் மாதத்தில் கூட முட்டையிடத் தொடங்குகின்றன. இந்தியாவில் பல பகுதிகளில் ஜூன், ஜூலை, ஆகஸ்ட் மாதங்களில் இது இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. ஆனால், மியான்மர் போன்ற நாடுகளில் இப்பறவை ஜனவரி, ஜூலை, மார்ச் மாதங்களில் இனப்பெருக்கத்தைச் செய்கிறது.

இது சிறு குச்சிகளின் துணையால், பெரிய கூடுகளைக் கட்டுகிறது. ஒரே மரத்தில் பல பறவைகள் கூடுகள் அமைத்துக் கொள்ளும். ஒவ்வொரு பறவையும் 4-5 முட்டைகள் இடுகிறது. முட்டைகள் வெண்மையான நிறத்தைப் பெற்றிருக்கும். அண்மைக் காலத்தில் இவற்றின் வாழிடங்கள் பெரிதும் அழிக்கப்படவே அருகிக் காணப்படுகின்றன.

- உ. கருப்பணன்

துணைநூல். Salim Ali, *The Book of Indian Birds*, The Bombay Natural History Society, Bombay.

நத்தைச்சூரி

பல்லாண்டு வாழும் இந்தக் காட்டுச்செடியின் தாவரப் பெயர் போரெரியா ஹிஸ்பிடா *(Borreria hispida)*. ஆகும். இதற்கு ஸ்பெர்மகோசி ஹிஸ்பிடா *(Spermacoce hispida)* என்னும் பெயரும் உண்டு. இச்செடியைக் கொண்டு நத்தைச் சிப்பியைத் தொடச் சிப்பி வாய் பிளந்து திறக்கும் என்பதால் நத்தைச்சூரி எனப் பெயரிடப்பட்டதாகக் கூறப்படுகிறது. இச்செடியில் சிறு முடி அடர்ந்திருக்கும். ரூபியேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இதன் விதைகள் காஃபியின் விதைகளை ஒத்திருக்கும். இதன் தண்டு குங்கும நிறத்தில் இருக்கும். வறட்சிக் காலத்தில் மக்கள் இதன் இலைகளைச் சமைத்து உண்டதாகக் கூறப்படுகிறது. தரிசு நிலங்களில் இதைக் காணலாம். தமிழ் நாட்டில் சமவெளியிலும் மலைப் பகுதிகளிலும் 900 மீ. உயரம் கரை காணப்படும் இக்களைச் செடியை இமயமலைப் பகுதியிலும் காணலாம்.

அமைப்பு. இது 50-75 செ.மீ. உயரம் வளரும் செடி, இதன் தண்டு படர்ந்து நுனி நிமிர்ந்தது. முடியுள்ள கிளைகள் வழக்கமாக 4 பட்டையுடன் இருக்கும். நீள்முட்டை வடிவான இலைகள் எதிரடுக்கில் காணப்படும். இவை இலைக்காம்போடு இணைந்திருக்கும். மஞ்சரி, கொத்தானது. மிகச் சிறிய மலர்கள் இலைக் கக்கங்களில் கொத்தாக உண்டாகியிருக்கும். பூவடிச் சிறு செதில்கள் பல உண்டு. அவை மென்மையாயும் நூல் போன்ற முடி கொண்டவையாயும் இருக்கும். புல்லிக்குழல், நீள் வட்டம் வடிவமாயிருக்கும். மடல்கள் 4X1.5 மி.மீ. அளவானவை அல்லி இதழ்கள் புனல் வடிவானவை. அல்லி வட்டம் 2.5 மி.மீ அளவானது. அல்லி இதழ்கள் நான்கும் தொடு இதழ் அமைவில் இளஞ்சிவப்பு வெள்ளை நிறமானவை. மகரந்தத்தாள்கள் நான்கு வெளியே தெரியும்படி அமைந்திருக்கும். மகரந்தக் கம்பியின் நீளம் 1.5மி.மீ. மகரந்தப்பைகள் 1.5 மி.மீ. அளவானவை. சூல்பை இரண்டு அறை கொண்டது. நீள்சதுரமாய் 3 மி.மீ. அளவிலிருக்கும். ஒவ்வோர் அறையிலும் தடுப்புச்சுவர் மீது ஒவ்வொரு சூல் ஒட்டியிருக்கும். சூலகத்தண்டு நூல் போன்றிருக்கும். சூலகமுடி இரு கிளைகளாகப் பிரிந்து தலைவடிவமாயிருக்கும். உருண்டையான வெடிகனி நொறுங்கக் கூடியது. முன்புறம் வெடிக்கக்கூடியது. இதன் விதை நீள் சதுரமானது. முன்புறம் வரிப்பள்ளங்களைக் கொண்டது. புறவுறை மெல்லியதாயிருக்கும். தளிர் போன்ற வித்திலைகள் சிறியவை. முளைவேர் கீழ்மட்டமாக இருக்கும்.

பயன். இதன் விதைகளும் வேரும் மருந்தாகின்றன. விதைகளைக் காஃபி விதைகளுக்குப் பதிலாகப் பயன்படுத்துவதுண்டு. விதை விந்துவைப் பெருக்கும். பெருங்கழிச்சல், சீதபேதி நோய்களைப் போக்கும். விதைகளை லேகியமாகச் செய்து காலை, மாலை இருவேளை உண்ணக் கழிச்சல் போகும். இதன் வேர், நன்னாரி வேரைப்போல் இருக்கும். பச்சை வேரை

1. கிளை 2. மலர் 3. அல்லிவட்டம் 4,5 மகரந்தக் கேசரங்கள் 6. சூலகம் 7. சூல்பையின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 8. சூல்பையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்.

நத்தைச்சூரி *(Borreria hispida)*

அரைத்துப் பசும்பாலில் சேர்த்துக் குடிக்க உடல், வலிமை பெறும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நந்தியாவட்டை

இதற்கு நந்தியாவட்டம் பூ, பெருநந்தியாவட்டைப்பூ, அடுக்கு நந்தியாவட்டைப்பூ, குருட்டுப்பாலை, நந்தியாவர்த்தம், பட்டிடை, நந்திப்பத்திரி, வலம்புரி என்னும் பெயர்களும் உண்டு. சிலோன் ஜாஸ்மின் (*Ceylon jasmine*) என்றும், வேக்ஸ் ஃபிளவர்ட் டாக்பேன் (*Wax-flowered dog bane*)என்றும் கூறப்படும். குத்துச் செடியான இதன் தாவரப் பெயர் எர்வடாமியா கோரோநேரியா (*Ervatamia coronaria*) ஆகும். இதன் பழைய பெயர் டேபெர்னேமொன்டானா கோரோநேரியா (*Tabernaemontana coronaria*) ஆகும் நீரியம் டைவேரிகேட்டம் (*Nerium divaricatum*) நீ. கோரநேரியம் (*N.Coranarium*) என்பவை இதன் இணை தாவரப்பெயர்கள். அபோசயனேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இதைக் கோயில்களிலும் பூந்தோட்டங்களிலும் அழகுக்காகவும் வழிபாட்டிற்காகவும் வளர்ப்பர்.

நந்தியாவட்டை **(Ervatamia coronaria)**

அமைப்பு. புதர் போன்ற பசுமை மாறா இச்செடிக்கு முடி இல்லை. இதன் இலைகள் எதிரடுக்கில் அமைந்தவை. தலைகீழ் ஈட்டி-தலைகீழ் நீள்சதுர வடிவானவை. காம்பருகு இலைப்பகுதி ஆப்பு வடிவானது. இலைக்கோண இலையடிச் செதில்கள் வழக்கமாகத் தெளிவாயிருக்கும். இலைக்காம்பு 1 செ.மீ நீளமுள்ளது. சிறிய இலைக்கோணச் சுரப்பிகள் எண்ணற்றுக் காணப்படும். மஞ்சரி சைம் ஆகும். மலர்கள் உச்சியிலோ இலைக் கோணங்களிலோ காணப்படுகின்றன. புல்லி இதழ்கள் 4 மி.மீ அளவானவை ஐந்து மடல்கள் ஏறக்குறையச் சமமானவை. முட்டை வடிவான இவற்றின் உட்புறத்தில் சுரப்பி உண்டு. அல்லி இதழ்கள் குழல் கொண்டு விரிந்திருக்கின்றன. வெள்ளை நிறமான அல்லிக் குழல் உருளை போன்றது. 2 செ.மீ. நீளமானது. மகரந்தத் தாள்களுக்கு எதிராக அமைந்திருக்கும். மடல்கள் ஐந்து இடப்புறமாகத் திருகியிருக்கும். ஐந்து மகரந்தத்தாள்கள் அல்லிக் குழலின் நடுப்பகுதியில் உள்ளடங்கி இணைந்திருக்கும். மகரந்தக்கம்பி குறுகியது. ஈட்டி வடிவான மகரந்தப் பைகளில் வட்டத்தட்டு இல்லை. சூல்பை இரண்டு சூலிலைகளாலானது. இதன் அளவு 1 மி.மீ. ஒவ்வொரு சூலிலும் எண்ணற்ற சூல்கள் உண்டு. சூலகத்தண்டு நூல் போன்றது. 1 செ.மீ. நீளமானது. சூலகமுடி நீள்சதுரமாய், இரண்டாகப் பிளவுற்றிருக்கும். கனி ஒருபுற வெடிகனி (follicle) ஆகும். கனி முதிர்ந்ததும் தோல் போன்றும் சாய்வாயும் நீள்முட்டை ஈட்டி வடிவத்தில் காணப்படும். இது வழக்கமாக வளைந்தும் அலகு கொண்டும் உள்ளது. முன்புறமாக வெடித்துத் தட்டையாக வெளித்தோன்றும்.

பயன். வேரைக் கொண்டு பல் துலக்கப் பல்வலி நிற்கும். இச்செடி வெப்பத்தைக் கொடுக்கும் தன்மையது. குருதி நோய்களுக்குச் சிறந்தது. பேதியை உண்டாக்கும் குணமுடையது. மூளை, ஈரல், மண்ணீரல் ஆகியவற்றிற்கு உரமளிக்கும். நாற்றக்கழலைக்கும், முடக்குவாதத்திற்கும், வலிவிழந்த கால்களுக்கும் சிறந்தது. நீர்ச்சுருக்கு, காக்கை வலிப்பு, தேள்கடிக்கு உதவும். குடற்புழுக்களைக் கொல்லும். இச்செடிப் பாலை நெற்றியில் தடவக் கண் வலி குறையும். மேற்கு இந்தியப் பகுதி மக்கள் இப்பாலைப் புண்களுக்குத் தடவி அதனைச் சுற்றியுள்ள வீக்கத்தைக் குறைக்கின்றனர். தூய்மையான இலைகளை எடுத்துச் சாறு பிழிந்து அத்துடன் நல்லெண்ணெயைக் கலந்து காய்ச்சி வடிகட்டி வைத்துக் கொண்டு சொறி சிரங்குகளுக்கும் அரிப்புக்கும் தடவலாம். நந்தியாவட்டைப் பாலுடன் தேங்காயெண்ணெய் சேர்த்துக் காய்ச்சி வடிகட்டி வெட்டுக் காயங்களுக்குத் தடவிவரச் சீழ்ப்பிடிக்காமல் புண் விரைவில் ஆறும். அடுக்கு நந்தியாவட்டைப் பூவிலுள்ள பூச்சிகளை அகற்றிக் தூய்மை செய்து பன்னீரில் ஊறவைத்துக் கண்களில் துளித்துளியாக விடக் கண் தொடர்பான நோய்கள் அகலும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நமைச்சல்

உடலில் சொறிவதற்கான உணர்வைத் தோற்றுவிக்கக்கூடியது நமைச்சல் எனப்படுகிறது. மைச்சல், சாதாரண தூண்டுதலிலேயே மிகையான உணர்ச்சிகளை விளைவிக்கக்கூடிய மிகுவுணர்ச்சியிலிருந்து (hyperesthesia) வேறுபட்டதாகும். பொதுவாக உடலில் அரிப்பை உண்டாக்கி உராய்வதற்கும், சொறிவதற்கும் தூண்டுகிற அனைத்து உணர்வுகளும் நமைச்சலில் அடங்கும்.

உடலில் தோன்றும் நமைச்சல், புறப்பரப்பு நரம்பு மண்டலத் தூண்டுதலினாலோ மைய நரம்பு மண்டலத் தூண்டுதலினாலோ ஏற்படக்கூடும். புறப்பரப்பு நரம்பு மண்டலத் தூண்டுதலில் உருவாகி இருக்குமெனில், பெரும்பாலும் வெப்பம், குளிர்ச்சி, வலி மற்றும் தொடுகை போன்ற தோலுணர்வுகளில் விளையும் நமைச்சலாகவே அமைந்திருக்கும். இந்த நமைச்சல், புறத்தோலில் (epidermis) தோன்றும் உணர்வாகும். எனவே ஆழமான புண்களில் நமைச்சல் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் புறத்தோலகன்ற பகுதிகளிலும் வலி இருக்கக்கூடும்.

காரணங்கள். கால்நடைகளுக்குப் பல்வேறு காரணங்களால் நமைச்சல் ஏற்படுகிறது. அவற்றுள் சில நிறமி அணுக்கள் குறைந்த தோல்பகுதி மேல் ஒரு குறிப்பிட்ட அலைநீளமுடைய ஒளி படும்போது சில; தோல் நோய்கள் தோன்றுகின்றன. இவ்வாறு பாதிக்கப்பட்ட பகுதியில் நமைச்சல் தோன்றும். பல காரணிகளால் விளையும் ஒவ்வாமையின் பொருட்டு வெளித்தோலில் தோன்றும் சிறுசிறு தடிப்புகளில் நமைச்சல் ஏற்படும்.

புற ஒட்டுண்ணிகளான பேன், சிற்றுண்ணி, வட்டச்சொறியை உண்டாக்கும் தொற்றுக் காளான் போன்றவற்றின் தாக்குதலாலும் நமைச்சல் ஏற்படும்.

சில தாது உப்புக் குறைபாட்டால் கால்நடைகள், தம் உடலை நக்கிக் கொண்டிருப்பதாலும் நமைச்சல் ஏற்படும்.

நமைச்சலுக்கான மற்றொரு காரணம் தோலின் நினைவாற்றல் (skin memory) என்னும் ஒருவித மிகுவுணர்வாகும். இதில் முதன்மை நோய் நலமான பின்னரும் இவ்வுணர்வுகள் நிலைத்து இருக்கும். மனிதர்களில் இதற்குச் சான்றாகப் பல்வேறு தாவரங்கள், பூச்சி, குளவிக் கடிகளைக் குறிப்பிடலாம். எனினும் கால்நடைகளில் இதைத் தெளிவாகப் பிரித்தறிவது கடினமாகும்.

அறிகுறிகள். நமைச்சல் கால்நடைகளுக்கு அரிப்பை உண்டாக்கி மிகுந்த துன்பத்தைக் கொடுக்கும். பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகள் அமைதியற்றுக் காணப்படும். பாதித்த உடற்பகுதியைப் பக்கத்தில் உள்ள சுவர், மரம், வேலி, நீர், தீவனத் தொட்டிகள் போன்றவற்றில் கடுமையாகத் தேய்த்துக் கொண்டும் உராய்ந்து கொண்டுமிருக்கும். வாய்க்கு எட்டுகிற பகுதி பாதிக்கப் பட்டிருப்பின் அவ்விடத்தைக் கடித்துக் கொண்டிருக்கும். அந்த இடத்தில் முடி உதிர்ந்துவிடும். சுற்றுப்புறத்தில் உள்ள தோல் சுருங்கி மடிப்புகளுடன் காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகள் கவனிக்கப் படாமல் விடப்படுமாயின் உடல் எடை குறைந்து நலிவுறும். பால் சுரப்பு குறையும். நாளடைவில் கால்நடை மெலிந்து திறமிழக்கும்.

தடுப்பு முறைகள். பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகளுக்குக் கால்நடை மருத்துவரின் ஆலோசனைப்படி மருத்துவம் அளிக்க வேண்டும். பொதுவாக நமைச்சலைத் தவிர்ப்பதற்குப் பொதுநலம் சிறப்பாகக் கடைப்பிடிக்கப்பட வேண்டும். பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகளை உடன் தனிமைப்படுத்தி மருத்துவம் அளிப்பதுடன், அதற்குப் பயன்படுத்திய முடிநேர்த்திக் கருவி போன்றவற்றை மற்றக் கால்நடைகளுக்குப் பயன்படுத்துவதைத் தவிர்க்க வேண்டும். ஒட்டுண்ணிகள் கால்நடைகளைத் தாக்காமல் கண்காணிக்க வேண்டும். முடி மிகுந்துள்ள கால்நடைகளுக்கு முடிப் பராமரிப்பில் கவனம் செலுத்த வேண்டும். சத்துமிகு தீவனம் அளிக்கப்பட வேண்டும்.

- ஆர். கோவிந்தராஜு

துணை நூல். D.C. Blood, O.M. Radostits and J.A. Henderson, *Veterinary Medicine,* Sixth Edition, ELBS and Bailliere Tindall, London.

நமைச்சல் எதிர்ப்பு மருந்து

கால்நடைகளில் தோல், காது நோய்களுக்கெனப் பல வகையான மருந்துகள் பயன்படுகின்றன. இவற்றில் நமைச்சல் எதிர்ப்பு மருந்துகளும் (antiprutic drugs) அடங்கும். நாய், பூனை போன்ற சிறிய விலங்குகளின் தோல் நோய் மருத்துவத்திற்காகப் பல கலவைகளில் மருந்துகள் உள்ளன. ஆனால் பால், இறைச்சி போன்ற உணவுப் பொருள்களை உற்பத்தி செய்யும் கால்நடைகளின் தோல் நோய்களுக்குக் குறைவான மருந்துகளே உள்ளன. திசுக்களில் எஞ்சியிருக்கும் மருந்து மனிதருக்குத் தீங்கை விளைவிக்கக் கூடுமென்பதே இதற்குக் காரணமாகும். விலங்குகளின் நமைச்சலுக்குப் பின்வரும் மருந்துகள் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

டிரையம்சினோலோன் அசெட்டோனைடு. இம்மருந்து 0.1% அடர்த்தியில் களிம்பு வடிவில் உள்ளது. இதை விலங்குகளின் சொறி, கோடைச்சொறி (summer eczema) போன்ற நோய்களுக்குத் தோலின் மீது தடவலாம். உணவு, மருந்து நிர்வாகத்துறையில் நாய்களுக்கு மட்டுமே இம்மருந்து பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளது. இம்மருந்தை நாள்தோறும் 2-4 முறை, 4-10 நாள்களுக்குத் தடவ வேண்டும். கூடவே பிற நுண்ணுயிர்களின் தாக்குதல் இருக்குமாயின் அதற்கேற்ற நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பு மருந்து கொடுக்க வேண்டும்.

உணவுப் பொருள் உற்பத்தி செய்யும் கால்நடைகளுக்கு இம்மருந்தைப் பயன்படுத்தக்கூடாது. இம்மருந்து தோலின் மூலம் உடலுள் செல்வதோடு, கால்நடைகள் நக்குவதாலும் அச்சுறுத்தும் பின் விளைவுகள் தோன்றக் கூடும். உடலில் அளவுக்கு மேல் அல்லது நீண்ட நாள்களுக்கு இம்மருந்தைப் பயன்படுத்துவதால் இம்மருந்து உடலினுள் அதிகமாகச் சென்று உடல் எடையை அதிகரிக்கச் செய்துவிடும்.

ஃபுலூசினோலோன் அசெட்டோனைடு. இம்மருந்து 0.25% அடர்த்தியில் களிம்பு வடிவிலும் 0.01% அடர்த்தியில் நீர்ம வடிவிலும் உள்ளது. இம்மருந்தை முற்றிய நீண்ட காலச் சொறிகளுக்கும், ஈரச்சொறிகளுக்கும், வெளிச் காது நோய்களுக்கும் இவற்றால் ஏற்படும் நமச்சலுக்கும் பயன்படுத்தலாம். உணவு, மருந்து நிர்வாகத் துறையால் இம்மருந்து நாய், பூனைகளுக்கு மட்டுமே பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளது. பாதிக்கப்பட்ட தோல் பகுதியில் நாள்தோறும் 2-3 முறை இம்மருந்தைத் தடவ வேண்டும்.

இம்மருந்தின் 0.025% அடர்த்தியுடன் 0.5% நியோமைசின் சல்ஃபேட் கலந்த களிம்பும் உள்ளது. அதேபோல் இம்மருந்தின் 0.01% அடர்த்தியுடன் 60% டைமெத்தில் சல்ஃபாக்சைடு ஆட்டிக் நீர்மம் (DMSO)

கலந்த கலவையொன்று (synotic solution) நீண்ட கால வெளிக் காது நோய்களால் ஏற்படும் நமச்சலுக்கெனக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

இம்மருந்தை இனப்பெருக்க விலங்குகளுக்கும், கருவுற்ற விலங்குகளுக்கும் பயன்படுத்தக்கூடாது. இதனால் கருவில் குறைபாடுகள் ஏற்படக்கூடும். கண், கைகளில், இம்மருந்து படாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். இம்மருந்தைப் பயன்படுத்துமுன் காதை நன்கு தூய்மையாக்க வேண்டும். பின்னர் 4-6 சொட்டுகள் நாளும் இருமுறை விட்டுக் காதை மெதுவாக அமுக்கிவிட வேண்டும். இம்மருந்தைத் தொடர்ந்து 14 நாள்களுக்கு மேல் பயன்படுத்தக்கூடாது.

கான்ஃபோசோன் காதுக் களிம்பு. இம்மருந்தின் ஒவ்வொரு கிராமிலும், 5 மி. கி. கானாமைசின் சல்ஃபேட், 5மி.கி. கால்சியம் ஆம்போமைசின், 10மி.கி. ஹைட்ரோகார்ட்டிசோன் அசெட்டேட்டும் கலந்துள்ளன. இம்மருந்து நமைச்சல் எதிர்ப்பிற்கு மட்டுமன்றி, வெளிக் காது நோய்கள், தோல் நோய்கள், புண்கள், குதச்சுரப்பி நோய் போன்றவற்றிற்கும் பயன்படும்.

இம்மருந்தைப் பயன்படுத்துவதற்கு முன், தோலில் பாதிக்கப்பட்ட இடத்தில் உள்ள மயிர்த் திசுப் பொறுக்குகளை அகற்றித் தூய்மைப்படுத்த வேண்டும். பின்னர் நாள்தோறும் இருமுறை இம்மருந்தைத் தடவ வேண்டும். மருந்துவத்தின் பலன் அறியப்பட்டவுடன் அன்றாடம் ஒருமுறை தடவினால் போதுமானது. குதச்சுரப்பி நோயிற்கு, சுரப்பியின் வாய்ப் பகுதியில் மருந்தைத் தடவ வேண்டும். ஏழு நாள்களில் பலனில்லையேல் இம்மருந்தைத் தொடரக்கூடாது.

பேனோலாக் களிம்பு. இக்களிம்பில் ஒரு லட்சம் அளவை நைஸ்ட்டாடினும் 2.5 மி.கி. நியோமைசின் சல்ஃபேட்டும், 2500அளவை தியோஸ்ட்ரெப்டானும் 1 மி.கி டிரையம்சினோலோன் அசெட்டோனைடும் கலந்துள்ளன. இது நாய், பூனைகளுக்குரிய மருந்தாகும். இம்மருந்து நமைச்சல் எதிர்ப்பு, காளான் எதிர்ப்பு, நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பு மருந்தாகச் செயல்படுகிறது. இம்மருந்தைப் பலவிதமான தோல் நோய்களுக்கும், காது நோய்களுக்கும் பயன்படுத்தலாம்.

ஆக்சிடெட்ராசைக்ளின் ஹைட்ரோகுளோரைடு மற்றும் ஹைட்ரோ கார்ட்டிசோன் தெளிப்பு. 90மி.லி. மருந்தில் ஆக்சிடெட்ராசைக்ளின் 300மி. கிராமும் ஹைட்ரோகார்ட்டிசோன் 100மி.கி.யும் கலந்திருக்கும். இதைத் தெளிக்கும்போது, 2.5மி.கி. ஆக்சிடெட்ரா சைக்ளினும், 0.8 மி.கி. ஹைட்ரோகார்ட்டிசோனும் 1 நொடியில் வெளிப்படும். எவ்வகையென அறிந்திட முடியாத நமைச்சல், ஒவ்வாமை, பூச்சிக்கடி, தோல் நோய் போன்றவற்றிற்கு இம்மருந்தைப் பயன்படுத்தலாம். இம்மருந்தைப் பாதிக்கப்பட்ட தோல் பகுதியிலிருந்து 6 அங்குல தொலைவில் வைத்து 1-2 நொடி தெளிக்க வேண்டும். இம்மருந்தைக் குறைந்த அளவில், பல முறை பயன்படுத்தினால் சிறந்த பயன் கிடைக்கும். 7-14 நாள்களுக்கு இம்மருத்துவம் அளிக்கப்பட வேண்டும்.

இம்மருந்து கண் மற்றும் மென் சவ்வில் படாதவாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். மேலும் இம்மருந்தைச் சுவாசிப்பதும் நல்லதன்று. எனவே காற்றோட்டமான இடத்தில் மட்டுமே இம்மருந்தைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

- ஆர். கோவிந்தராஜு

நரங்கின்செட் விரிகுடா

வட அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் கடற்கழி நரங்கின்செட் விரிகுடா எனப்படும். இவ்விரிகுடா 41^0 20' வடக்கு, 71^0 15' மேற்கு நெட்டாங்கில் அமைந்துள்ளது. அட்லாண்டிக் பெருங்கடலைச் சார்ந்த ரோட் தீவு சவுண்டிலிருந்து வடக்காக ஏறத்தாழ 45கி.மீ. இவ்விரிகுடா பரவியுள்ளது. இவ்விரிகுடா அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டை ஏறத்தாழ இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்கிறது. 3-12 கி.மீ. அகலமுள்ள இவ்விரிகுடாவில் டாண்டன், புராவிடென்ஸ், சகோனெட் போன்ற ஆறுகள் கலக்கின்றன.

நரங்கின்செட் விரிகுடாவில் ரோட் புருடன்ஸ், கொன்னய்கட் போன்ற தீவுகளும் மவுண்ட் ஹோப் விரிகுடாவும் உள்ளன. இவ்விடங்கள் அனைத்தும் நியு இங்கிலாந்தில் ஒரு பெரும் பாலத்தில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

- ம.அ. மோகன்

நரம்பமைப்பு

தாவரத்தின் இலைப்பரப்பைக் கூர்ந்து கவனித்தால் அதில் பல நரம்புகளைக் காணலாம். தண்டிலிருந்து புறப்பட்ட காற்றுக்குழாய்த் தொகுப்பு (vascular bundles) காம்பின் வழியாக இலைப்பரப்பினுள் நுழைந்து ஒரு குறிப்பிட்ட வடிவமைப்பில் பல கிளைகளாகப் பிரிகிறது. அக்கிளைகளுக்கு நரம்புகள் என்றும், அவை இலையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் விதத்திற்கு நரம்பமைப்பு என்றும்

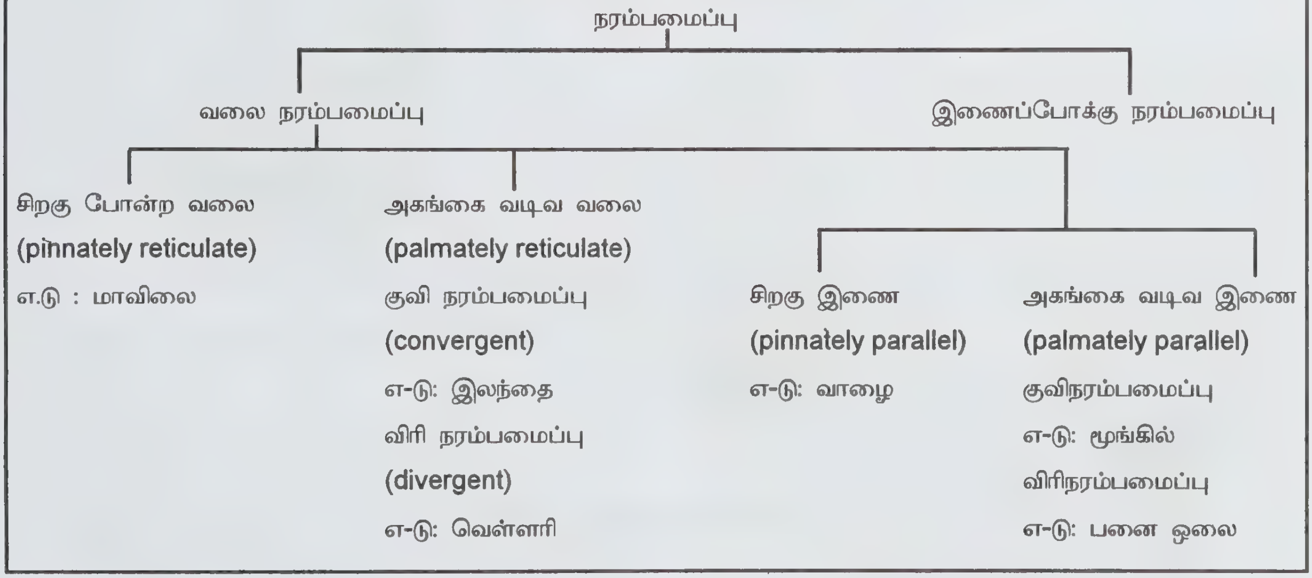
பெயர். இலைக்காம்பு இலைப்பரப்பினுள் மைய நரம்பாகத் தொடருகிறது. மைய நரம்பிலிருந்து பல கிளை நரம்புகளும், சிறு கிளை நரம்புகளும் பிரிந்து சென்று இலைப்பரப்பு முழுவதும் பரவியிருக்கும். இலைக்காம்பு, மையநரம்பு, கிளை நரம்பு ஆகியவற்றின் உள்ளமைப்பு தண்டின் உள்ளமைப்பினை ஒத்திருக்கிறது. எனவே இது இலைத் தண்டின் பக்கவாட்டில் தோன்றும் ஓர் உறுப்பு என்பது தெளிவாகிறது.

இலைப்பரப்பின் சிறப்பான வேலைகளில் ஒளிச்சேர்க்கையும் ஒன்று. இதற்கு நீர் மூலப்பொருளாக உள்ளது. நீர், நரம்புகளில் உள்ள கட்டைத்திசுக் (xylem) குழாய்களின் வழியாக அனைத்துச் செல்களுக்கும் கிடைக்கிறது. இலையில் தயாரிக்கப்பட்ட உணவு தாவரத்தின் பல பகுதிகளுக்கும் தேவைப்படுகிறது. இவ்வுணவு, நரம்புகளில் உள்ள சல்லடைத் திசுக் (phloem) குழாய்களின் வழியாக எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. காற்றுக்குழாய்த் தொகுப்பில், கட்டைத்திசு, சல்லடைத் திசுச் செல் தொகுதிகளைத் தவிரப் பாரன்கைமா, கோலன்கைமா, ஸ்கீளிரன்கைமா போன்ற உறுதி தரும் திசுக்கள் அமைந்துள்ளன. இதனால், மெல்லிய இலைகள் காற்றினால் கிழிந்து போகாதவாறு நரம்புகள் விறைப்புத் தன்மையைக் கொடுக்கின்றன. மேலும் சூரிய ஒளியும் காற்றும் இலையின் மேல் படச் சிறந்த வாய்ப்புண்டு. எனவே நரம்புகள், நீர், உணவு கொண்டு செல்லும் சுழற்சி மண்டலமாகவும் இலைக்கு வலிமை கொடுக்கும் உறுப்பாகவும் பயன்படுகின்றன. இலைகளில் காணப்படும் நரம்பமைப்பை வலை நரம்பமைப்பு, இணைப்போக்கு நரம்பமைப்பு என இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

வலை நரம்பமைப்பு. இதில் ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட முக்கிய நரம்புகள் இலைப்பரப்பின் தொடக்கத்தில் தோன்றிப் பக்கவாட்டில் பல இணை நரம்புகளையும், சிறு கிளை நரம்புகளையும் உண்டாக்குகின்றன. இந்நரம்புகள் இலைப்பரப்பில் பரவலான வலை போன்று அமைந்துள்ளமையால் இதற்கு வலை நரம்பமைப்பு என்று பெயர். பொதுவாக வலை நரம்பமைப்பு இருவித்திலைத் தாவரங்களுக்குரிய சிறப்புப் பண்பாகும். இவ்விதிக்கு விலக்காகச் சேம்பு, டயஸ்கோரியா, ஸ்மைலாக்ஸ் ஆகிய ஒருவித்திலைத் தாவரங்களிலும் வலை நரம்பமைப்பைக் காணலாம். வலை நரம்பமைப்பு பின்வரும் இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.

சிறகு வலை நரம்பமைப்பு. இவ்வகை நரம்பமைப்பில் இலைக்காம்பின் மேல் பகுதியிலிருந்து தொடங்கி இலையின் நுனி வரை செல்லும் ஒரு வலிமையான மைய நரம்பு உண்டு. இம்மைய நரம்பிலிருந்து பக்கவாட்டில் பல கிளை நரம்புகள் இலையின் விளிம்பு வரை செல்கின்றன. இந்த

நரம்பமைப்பின் வகைப்பாடு



நரம்பமைப்பு பறவைகளின் சிறகில் முடி அமைந்திருப்பது போலக் காணப்படும். எனவே இதற்குச் சிறகு போன்ற வலை நரம்பமைப்பு என்று பெயர். எ.டு: மாவிலை.

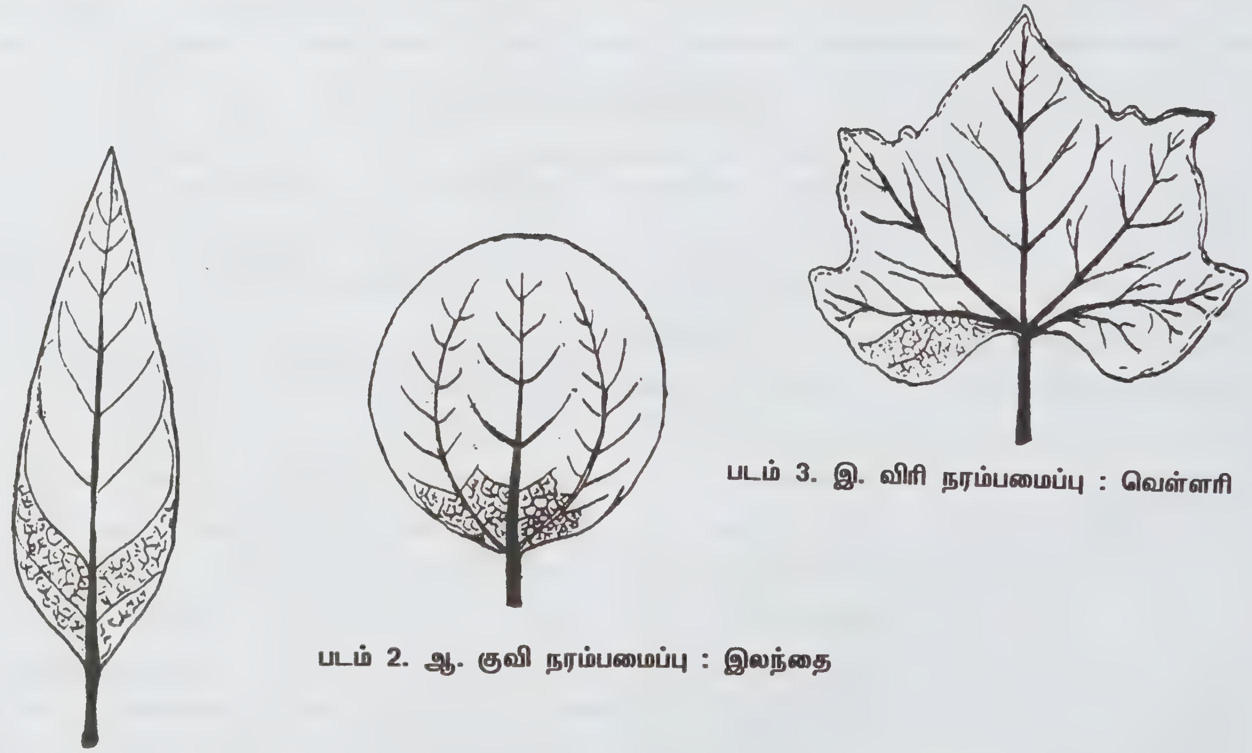
அகங்கை வடிவ வலை நரம்பமைப்பு. இவ்வகை நரம்பமைப்பில் இலைக்காம்பின் நுனியில் உள்ள ஒரு புள்ளியிலிருந்து ஏறத்தாழ ஒரே வகையான ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட முக்கிய நரம்புகள் 3, 5, 7 என்னும் எண்ணிக்கையில் இலையின் முனையையும், விளிம்பையும் நோக்கிச் செல்கின்றன. இந்த அமைப்பு உள்ளங்கையிலிருந்து விரல்கள் பிரிந்துள்ளவாறு காணப்படுவதால் இதற்குக் கைவடிவ வலை நரம்பமைப்பு என்று பெயர். முக்கிய நரம்புகளிலிருந்து பல இணை நரம்புகள் தோன்றி வலை போன்ற அமைப்பைத் தருகின்றன. இது மேலும் இரு வகையாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.

குவி நரம்பமைப்பு. பல முக்கிய நரம்புகள் இலைக்காம்பில் இருந்து இலைப்பரப்பினுள் நுழைந்து அதன் மையப்பகுதியில் விரிந்து, நுனிப்பகுதியில் மீண்டும் குவிந்து காணப்படும். எ.டு: இலந்தை, எட்டி.

விரி நரம்பமைப்பு. இவ்வகையில் இலைக்காம்பின் நுனியிலிருந்து பல முக்கிய நரம்புகள் இலைப்பரப்பினுள் வளைந்து, பரந்து இலை விளிம்பை நோக்கி விரிந்து செல்கின்றன. எ.டு: பருத்தி, பப்பாளி, பூசணி, வெள்ளரி.

இணைப்போக்கு நரம்பமைப்பு. இவ்வித நரம்பமைப்பில் பல முக்கிய நரம்புகள் இலைப்பரப்பின் தொடக்கத்திலிருந்து இலை நுனி நோக்கிச் சமமாகச் செல்கின்றன அல்லது இலைப்பரப்பின் மையத்தில் ஒரு முக்கிய பெரிய நரம்பிலிருந்து பல பக்கவாட்டுக் கிளை நரம்புகள் சமமாக அமைந்திருக்கும். இலைப்பரப்பில் உள்ள சிறு நரம்புகள் மொட்டையாக முடிவுறாமல் இணைந்திருக்கும். இந்த நரம்பமைப்பு ஒருவித்திலைத் தாவரங்களில் காணப்படும் சிறப்புப் பண்பாகும். ஆனால் புன்னை போன்ற இருவித்திலைத் தாவரங்களில் இவ்வித ஒருபோக்கு நரம்பமைப்புக் காணப்படுகிறது. இது சிறகு போன்ற இணைப்போக்கு, கைவடிவ இணைப்போக்கு நரம்பமைப்பு என்று மேலும் இருவகைப்படும்.

சிறகு போன்ற இணைப்போக்கு நரம்பமைப்பு. வாழை, கல்வாழை போன்ற தாவரங்களின்



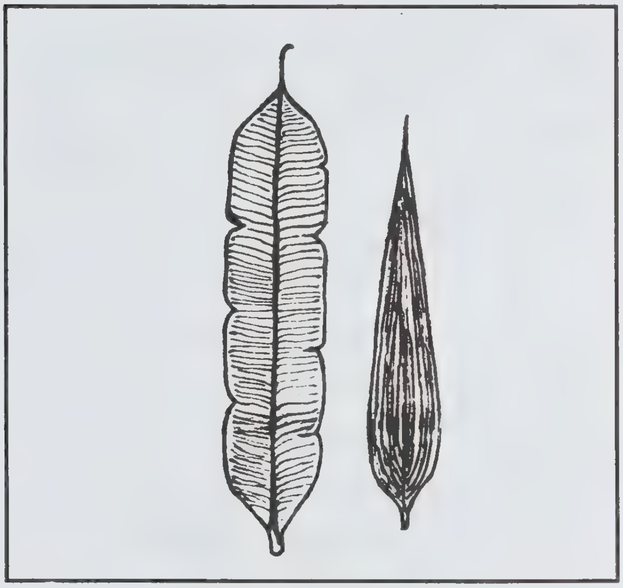
படம் 3. இ. விரி நரம்பமைப்பு : வெள்ளரி

படம் 2. ஆ. குவி நரம்பமைப்பு : இலந்தை

படம் 1. அ. சிறகு போன்ற வலை நரம்பமைப்பு : மாவிலை

இலைக்காம்பின் நுனியிலிருந்து ஒரே ஒரு முக்கிய நரம்பு இலைப்பரப்பின் தொடக்கத்திலிருந்து இலை நுனி வரை மைய நரம்பாக அமைந்திருக்கும். இம்மைய நரம்பிலிருந்து சமமான பல கிளை நரம்புகள், பக்கவாட்டில் இலைப்பரப்பின் தொடக்கம் முதல் நுனி வரை சிறகின் முடி போன்று அமைந்திருக்கும்.

கைவடிவ இணைப்போக்கு நரம்பமைப்பு. இவ்வித நரம்பமைப்பு உள்ள இலைகளில் ஒரு முக்கிய நரம்பிற்குப் பதிலாகப் பல முக்கிய நரம்புகள் இலைப்பரப்பின் தொடக்கம் முதல் நுனி வரை சமமாக அமைந்திருக்கும். இதில் குவிநரம்பமைப்பு, விரி நரம்பமைப்பு என இரு வகை உண்டு.



இணைப்போக்கு நரம்பமைப்பு

குவி நரம்பமைப்பு. இலைப்பரப்பின் தொடக்கத்தில் பல முக்கிய நரம்புகள் தோன்றி இலைப்பரப்பின் மையப்பகுதியில் சமமாகச் சென்று பிறகு இலைப்பரப்பின் நுனியில் மட்டும் குவிந்து காணப்படுகின்றன. எ.டு: மூங்கில், புல். சிறகு போன்றது: வாழை, கைவடிவக் குவிநரம்பமைப்பு: மூங்கில் கைவடிவ விரிநரம்பமைப்பு : பனை ஓலை.

விரிநரம்பமைப்பு. இலைக்காம்பின் நுனியிலிருந்து பல முக்கிய நரம்புகள் இலைப்பரப்பின் தொடக்கத்திலிருந்து இலைப்பரப்பின் விளிம்பு வரை விரிகோணத்தில் அமைந்திருக்கும். எ.டு : பனை ஓலை.

- இராபின்சன் தாமஸ்

துணை நூல். C.L.Portu, *Taxonomy of Flowering Plants*, Euresia Publishing House Pvt Ltd, New Delhi, 1969.

நரம்பியங்கியல் துறை

நரம்பு மண்டலத்தின் செயல்பாடு நரம்பு இயங்கியல் (neurophysiology) ஆகும். பொதுவாக நரம்பு மண்டலம், தசை இயக்கங்கள், விரைவாக மாறுபடும் உடல் உள் உறுப்பு நிகழ்வுகள், நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் சுரப்பிகள், செரிமான மண்டலச் சுரப்பிகள் போன்ற பல இன்றியமையாத நடவடிக்கைகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

நரம்பு மண்டலம் மிகச் சிக்கலான அமைப்பையும், பணிகளையும் கொண்டுள்ளது. பல்வேறு உணர்வு உறுப்புகளிலிருந்து கோடிக்கணக்கான உணர்வுகளை ஏற்றி அதற்கேற்பப் பணிபுரிகிறது. உடலின் எதிர்வினையை ஒருங்கிணைக்கும் மைய நரம்பு மண்டலப் பணி மிகச் சிறப்பானது. இதில் மைய நரம்பு மண்டல இணைப்பிகளே (synapses) மிகவும் முக்கியமானவை. ஏனெனில் அவை, குறிப்புகள் வருவதையும், போவதையும் ஒருங்கிணைத்து மனித நடவடிக்கைகளைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. நரம்பு தசைச் சந்திப்புகளின் குறிப்புகளையும் மைய நரம்பு மண்டலம் ஒழுங்குபடுத்துகிறது. மைய நரம்பு மண்டலம், தானியங்கி நரம்பு மண்டலம், பரிவு நரம்பு மண்டலம், துணைப் பரிவு மண்டலம் போன்றவற்றில் அனைத்துப் பணிகளும் நரம்பியங்கியலில் அடங்கும்.

தட்பவெப்ப உணர்வுகள், தொடு உணர்வு, வலி உணர்வு, இசைக்க வட்டு அதிர்வு, மூட்டு உணர்வு போன்ற அனைத்தும் தோலில் உள்ள உணர்வுப் புற நரம்புகள் வழியாகத் தண்டுவடத்தை அடைந்து, அங்கிருந்து மைய நரம்பு மண்டலத்தில் உள்ள உரிய பகுதிக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. இதற்கான எதிர்வினை மூளையிலிருந்து வெளிவரும் புற நரம்புகளின் மூலம் இயக்கப்படுகிறது. இவ்வாறே உறக்கம், சினம், அச்சம், மருட்சி ஆகிய அனைத்து உணர்ச்சிகளும் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் சுரப்புகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன.

- மு.ப. கிருஷ்ணன்

நரம்பிழை வெட்டு

நரம்புகளுக்குக் காயமேற்படும்போது ஏற்படும் விளைவுகளைச் செட்டான் (Seddon) என்பார் மூன்று

வகையாகப் பிரித்தார். அவை : முழு நரம்பு வெட்டு (neurotmesis) நரம்பிழை வெட்டு (axonotmesis) நரம்புத் தற்காலிகச் செயலிழப்பு (neuropraxia) என்பனவாகும்.

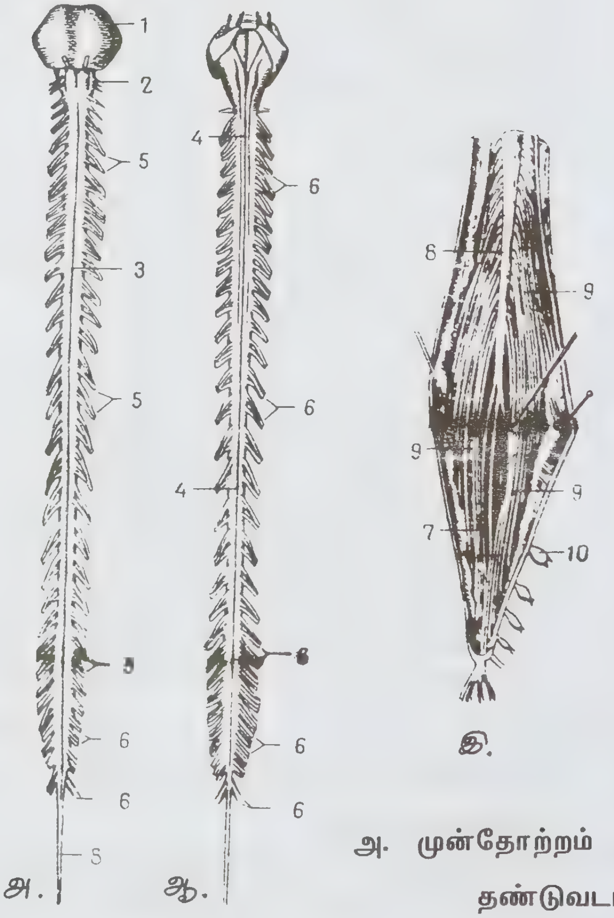
முழு நரம்பு வெட்டில், நரம்பு முழுமையாகத் துண்டிக்கப்படுகிறது. நரம்பிழை வெட்டில் நரம்பின் உறை சேதமடையாமல் உள்ளேயுள்ள நரம்பு மட்டும் பாதிக்கப்படுகிறது. எனினும் வலீரியன் நசிவு நிலை (Wallerian degeneration) தோன்றுகிறது. நரம்பு, தற்காலிகமாகச் செயலிழக்கும்போது, செயலிழப்பு குறைவாகவே இருக்கிறது. இதில் புற நசிவு காணப்படுவதில்லை. நரம்புப் பாதிப்பு முழுமையாகச் சீரடைகிறது. நரம்புக்கு ஏற்படும் பாதிப்பின் அளவைப் பொறுத்து மருத்துவம் அமைகிறது.

- அ. கதிரேசன்

நரம்பு

பொது மற்றும் தன்னிச்சை நரம்பு மண்டலங்கள் உடலின் பல்வேறு உறுப்புகளையும், தசைகளையும் இயக்குகின்றன. இவை மூளை, தண்டுவடம் ஆகியவற்றின் கட்டுப்பாட்டில் உள்ளது. பல்வேறு பணிகளையும் இடத்தையும் பொறுத்து நரம்புத்திசு பல்வேறு உருவெடுத்து உறுப்புகளை அடைகிறது. செய்திகளை மூளைக்கு எடுத்துச் செல்லவும் அங்கிருந்து கட்டளைகளை உறுப்புகளுக்கு எடுத்து வரவும் உதவும் நரம்புத்திசுக் கம்பிகளை நரம்பு என்று பொதுவாகக் குறிப்பர். நரம்புச் செல்களை நியூரான் என்றும் பல நியூரான்கள் அடங்கிய தொகுப்பை நரம்பு அல்லது நரம்புக் கம்பி என்றும் கூறலாம்.

ஒரு நியூரானிலிருந்து மற்றொரு நியூரானுக்குத் தூண்டுதல், வேதிப் பொருள்களை வெளிப்படுத்துவதால் செய்தி கடத்தப்படுகிறது. இந்நரம்புக் கம்பிகள் மையலின் உறை காணப்படுவதைப் பொறுத்து,



1. பான்ஸ் வரோலி
2. முகுளம்
3. முன் பிளவு
4. பின் பிளவு
5. நரம்புமுன் கிளைகள்
6. நரம்புபின் கிளைகள்
7. இறுதிப்பகுதி
8. கோனஸ் மெடுல்லாரிஸ்
9. நரம்புக்கிளைகள்
10. நரம்பு முடிச்சு

அ. முன்தோற்றம் ஆ. பின்தோற்றம் இ. இறுதித்தோற்றம்

தண்டுவடம்

மையலின் உறையுடன் கூடிய நரம்பு, மையலின் இல்லா நரம்பு என இரு வகைப்படும். மையலின் உறையுள்ள நரம்பு 1-25μm அளவும், உறையில்லா நரம்பு 10-120μm அளவுமுள்ளன. இச்செல்களில் உள்ள சைட்டோபிளாசம், அக்ஸ்சோபிளாசம் எனவும், மையலின் உறையில் காணப்படும் கணுக்களை ரான்வியர் கணு எனவும் வழங்கலாம். நரம்புச் செல்லில் ஏற்படும் அயனி மாற்றங்கள், மின் தூண்டலை ஏற்படுத்துவதால், செய்தி தேவையான பகுதிக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது.

நரம்புக் காயங்கள், காயங்களின் தன்மையைப் பொறுத்து, நசிவு ஏற்படும். புற நரம்புகளுக்குத் திரும்ப வளரும் ஆற்றல் இருந்தாலும் மூளை மற்றும் தண்டுவடம் பாதிக்கப்பட்ட நிலைகளில் மீண்டும் வளர்வதில்லை. தசைகளுக்கு வரும் நரம்பு, தசைச் சுருக்கத்திற்கும், சுரப்பிகளுக்கு வரும் நரம்புச் சுரப்பை அதிகரிக்கவும் அல்லது குறைக்கவும், மூட்டுகளுக்கு வரும் நரம்பு மூட்டை நிலைப்படுத்தவும், உணர்ச்சி மொட்டுக்களுக்கு வரும் நரம்பு உணர்ச்சிகளை எடுத்துச் செல்லவும் பயனாகின்றன.

- மா. ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

நரம்புக் கலம்

நரம்புத்திசுவில் இரண்டு பகுதிகள் காணப்படுகின்றன. அவை நரம்புச் செல்கள் (நியூரான்கள்-நரம்பிகள்), நியூரோகிளையா (மைய நரம்பு மண்டல இணைப்புத்திசு) என்பன. ஒவ்வொரு நரம்பியிலும் ஒரு செல் உடலும், பல சிறிய நீள் இழைகளும், ஒரு நீண்ட நரம்பிழையும் உண்டு. மையநரம்பு மண்டல உட்கருக்களும், சாம்பல் நிறப் பகுதியும் செல் உடல்களால் உண்டாக்கப்படுகின்றன. புற நரம்பு மண்டல நரம்புத் திரள்களும் செல் உடல்களால் ஆனவையாகும். செல்களின் இழைகள், நரம்புப் பாதைகளையும் மைய நரம்பு மண்டல வெள்ளைப் பகுதியையும், புற நரம்பு மண்டல நரம்புகளையும் உண்டாக்குகின்றன.

மைய நரம்பு மண்டல இணைப்புத்திசு அல்லது நியூரோகிளையா, நான்கு வகையான செல்களை உண்டாக்குகிறது.

அஸ்ட்ரோசைட்டுகள். இவை நரம்பு மண்டலத் திசுவின் சத்துக்களைப் பேணுகின்றன.

ஒலிகோ டெண்ட்ரோசைட்டுகள். இவை புற நரம்பு மண்டலத்தில் காணப்படும் சுவான் (schwann) செல்களுக்கு இணையானவை.

மைக்ரோகிளையா. இவை ரெட்டிகுலோ புறச் செல்களுக்கு இணையானவை.

செண்டைமல் செல்கள். இவை மைய நரம்பு மண்டலத்தின் குழிவுகளைப் போர்த்தியுள்ளன.

நரம்பிகள் ஒவ்வொன்றும், பிற நரம்பிகளுடன் நீண்ட சங்கிலிகள் போன்று இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதன் வழியாக உந்தல்கள் கடத்தப்படுகின்றன. இரண்டு நரம்புச் செல்களின் சந்திப்பு சைனாப்ஸ் எனப்படும்.

- மு.ப. கிருஷ்ணன்

நரம்பணு அமைப்பு

ஒவ்வொரு நரம்பணுவிலிருந்தும் சில பல அணுப்புடைப்புகள் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். இவை உந்தல்களைக் கடத்துவதிலும், நரம்பணுக்களிடையே இணைப்புண்டாக்குவதிலும் உதவுகின்றன. இவை அணு உடலத்திலினின்று (cell body) வெளிப் புடைக்கும். இப்புடைப்புகளில் இருவகை உள்ளன. அவை முறையே, ஊடனம் (axon) என்றும் தாரணம் (dendrons or dendrite) என்றும் வழங்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு நரம்பணுவிலும் ஓர் ஊடனும் ஒன்றோ அதற்கும் மேற்பட்டோ தாரணங்களும் இருக்கும். ஊடனங்கள், உந்தல்களைத் தன் அணுவுடலத்தினின்று வெளிக் கடத்துகின்றன. தாரணங்கள் உந்தல்களை அணுவுடலத்தை நோக்கிக் கடத்துகின்றன.

அமைப்பும் அளவுகளும். நரம்புக்கலம் என்றும், ஊடிழை என்றும், நரம்பு உருளை என்றும், நீள் நரம்பு என்றும், பலவாறாக வழங்கப் பெறும் ஊடனம் சாதாரணமாக ஒவ்வொரு நரம்பணுவிற்கும் ஒன்றுதான் உண்டு. அது நரம்பணுவுடலத்தினின்று ஊடனுக்குன்று (axon hillock) என்னும் இடத்தில் புறப்படுகிறது. நிசில் மணிகள் (Nissls's granules) எனப்படும் வண்ணத் துகள்கள் ஊடனக் குன்றில் காணப்படுவதில்லை.

தாரணங்களைவிடவும் ஊடனங்கள் நீளமாகவும், மெல்லியவாகவும் இருப்பது வழக்கம். அணுவுடலத்தின் அளவுகளுக்குத் தக்கவாறு, அவ்வவ்வற்றினின்று வெளிக் கிளம்பும் ஊடனத்தின் அளவும் இருக்கும். ஒரு மைக்ரான் முதல் பல மைக்ரான்கள் வரையான விட்டமும், ஒரு மில்லி மீட்டர் முதல் ஒரு மீட்டர் வரையான நீளமும் கொண்டு நரம்புக்கலங்கள் அமையலாம்.

ஓர் ஊடனத்தின் விட்டம், அதன் நீளம் முழுமைக்கும் ஒரே சீராக அமையும். அதன் மேற்பரப்பு மேடுபள்ளங்களின்றிச் சீராகக் காணப்படும். ஒவ்வோர் ஊடனமும் இறுதியில் மரக் கிளைகளைப் போல் பிளவுற்று முடிகிறது. இப்பிளவுகளே எல்லைப் பிளவங்கள் என்றும் ஈற்றுக் கிளைகள் என்றும்

குறிப்பிடப்படுகின்றன. ஈற்றுக் கிளைகள் இன்னொரு நரம்பணு உடலத்தின் மீதோ, ஊடனத்தின் மீதோ, தாரணத்தின் மீதோ முடிவுற்று நரம்பிணையங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

நுண்ணமைப்பு. நரம்பணு உடலத்தின் ஊன்மமும், ஊடனத்தின் ஊன்மமும் நேரடித் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. ஊடனத்தை, ஊன்மத்திற்கு வெளிப் புறமாக ஓர் ஊன்மவுறை (plasma membrance) மூடியுள்ளது. அணுவுறையின் தொடர்ச்சியாகவுள்ள இதற்கு ஊடனவுறை எனப்பெயர். ஊடனத்தின் ஊன்மத்தில் இழைமணிகள், ஊன்ம வலையம், நுண்குழல்கள், நுண்ணிழைகள் ஆகியவை உள்ளன.

நரம்பு உந்தல்கள் கடத்தப்படுகையில், ஊடனத்தின் ஊன்மம் சிதைவுற வாய்ப்புண்டு. நரம்பணு உடலத்தில் ஊன்ம வலையத்தில் அவ்வப்போது புதியதாக ஊன்மம் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு அது நுண் குழல்கள் மற்றும் நுண்ணிழைகள் மூலமாக ஊடனத்திற்குக் கொண்டுவரப்படுகிறது. ஊடனத்தில் ஊன்மம் சிதைவுறச் சிதைவுற இவ்வகையில் அது புதுப்பிக்கப்படுகிறது.

உறைகள். ஊடனம், ஊடனவுறை தவிரப் புறவுறைகள் சிலவற்றினாலும் மூடப்பட்டுள்ளது. இந்த வெளிவுறை களுக்கு ஏற்றவாறு உடலின் ஊடனங்களை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவையே மையலின் ஊடனம், மையலின் இல்லா ஊடனம் என்பனவாகும்.

மையலின் இல்லா ஊடனத்தில், ஊடனவுறைக்கு வெளியே, ஸ்வான் உறை எனப்படும் நரம்புறை உள்ளது. மையலின் ஊடனத்தில், ஊடனவுறைக்கு வெளியே மையலின் உறையும் அதற்கும் வெளியே ஸ்வான் உறையும் உள்ளன.

மையலின் ஊடன அமைப்பு

மையலின்உறை. மையலின் நரம்பிழைகளில் ஊடனம், ஒரு வெண்மையான உருளை வடிவான உறையால் சுற்றிச் சூழப்பட்டுள்ளது. இவ்வுறை மையலின் என்னும் வேதிப்பொருளாலானது. மையலினில் கொழுப்புகளே சிறப்பாக உள்ளன. மையலின் உறை ஊடனத்தில் மொத்த நீளத்திற்கும் தொடர்ந்து ஒரேயுறையாய் இல்லாது, ஆங்காங்கே துண்டுகளாகக் காணப்படுகிறது. மையலின் உறை இல்லாத பகுதிகள், நரம்புக்கணு (nerve node) என்றும் ரான்வியர் கணு (node of Renvier) என்றும் வழங்கப்படுகின்றன.. இரண்டு கணுக்களுக்கிடையில் உள்ள நரம்புப் பகுதியைக் கணுவிடை என்பர். நரம்பிழைகள், அதாவது ஊடனங்களின் கன பரிமானத்திற்குத் தக்கவாறு கணுவிடையும் நீளமும் மாறுபடும். மெல்லிய ஊடனங்களில் குறைவான நீளமுடைய கணுவிடைகள், ஊடனத்தில் விட்டம் அதிகமாக அதிகமாக, மிக நீளமுடையனவாக இருக்கும்.

ஸ்வான் உறை. மையலின் உறைக்கு வெளியே ஸ்வான் உறை காணப்படும். இது ஸ்வான் அணுக்களால் ஆனது. மையலினை உற்பத்தி செய்து, மையலின் உறை உருவாகக் காரணமாகவிருப்பதே ஸ்வான் உறைதான். ஒவ்வொரு கணுவிடையின் மையலினுக்குப் புறமாகவும், அது உருவாக ஏது செய்து ஸ்வான் அணுவொன்று, மையலினை அணைத்தாற்போல் காணப்படுகிறது. இவ்வாறு ஒவ்வொரு கணுவிடைக்கும் ஒவ்வொரு ஸ்வான் அணுவுள்ளது.

கணுப்பகுதியில் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் முனைகள் மூலமாக ஒன்றோடொன்று தொடர்பு கொண்டிருக்கும். ஸ்வான் அணுக்கள் இத்தொடர்பு காரணமாகவே ஒரு நீண்டவுறையை, ஊடனத்திற்கு உண்டாக்குகின்றன.

மையலின் இல்லா ஊடனம் (non myelinated axon) இதில் மையலின் உறை இருப்பதில்லை. அதற்கு மாற்றாக ஊடனத்திற்கு வெளியே, ஸ்வான் அணுக்கள் உள்ளன. ஊடனத்தை இந்த ஸ்வான் அணுக்கள் சுற்றிச் சூழ்ந்திருக்கும். ஊடனத்தின் சிறு சிறு பகுதிகளுக்கும் ஒவ்வொரு ஸ்வான் அணு உண்டு. இவை வரிசையாக அமைந்து ஒரு தொடர் உறையாக ஊடனத்திற்குப் பாதுகாப்பளிக்கும்.

மையலின் நரம்பிழை மற்றும் மையலின் இல்லா நரம்பிழையைப் பற்றிய விவரிப்பு, புற நரம்பு மண்டலத்தின் ஊடனங்களுக்கானது.

மைய நரம்பு மண்டலத்திலும் மையலின் நரம்பிழைகளும் மையலின் இல்லா நரம்பிழைகளும் உண்டு. ஆயின் ஸ்வான் உறைகளுக்குப் பதிலாக நரம்புச் சார்பணுக்கள் ஒன்று சேர்ந்து ஓர் உறைபோல் ஊடனத்தை மூடிக் கொள்கின்றன. மையலின் நரம்பிழைகளில் மையலின் உறையும், அதையடுத்துச் சார்புறையும் உள்ளன. மையலின் இல்லா நரம்பிழைகளில் வெறும் சார்புறை மட்டுமே உள்ளது.

ஊடனங்களே உடலின் பல்வேறு பகுதிகளுக்கும் மூளை, தண்டுவடத்தின் கட்டளைகளையும், செய்திகளையும் எடுத்துச் செல்லப் பயன்படுகின்றன. பல் நரம்பணுக்களின் ஊடன இழைகள் ஒன்றாக இணைந்தே நரம்புகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

- சுதா சேஷய்யன்

நரம்புக் காயங்கள்

நரம்புக்காயங்களைக் காயத்தின் தன்மையையும், பாதிக்கப்பட்ட நரம்புப் பகுதிகளையும் கொண்டு நரம்பதிர்ச்சி (neuropraxia) நரம்புக் கம்பியின் துண்டிப்பு (axonotmesis) நரம்புத் துண்டிப்பு (neurotmesis) என மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

நரம்பதிர்ச்சி. நரம்பில் எவ்வித மாற்றமும் இன்றி ஆனால் உணர்ச்சிகளையோ இயக்கச் செயல்களையோ நடத்த இயலாமல் தன் வேலையை மறந்த நிலைக்கு நரம்பதிர்ச்சி என்று பெயர். நரம்பில் ஒரு வித மாற்றமும் காணப்படுவதில்லை. இது திடீரென நரம்பை இழுப்பதாலோ, அழுத்துவதாலோ ஏற்படுகிறது. சான்றாக ஓடும் பேருந்தில் ஏற முயலும்போது கை இழுக்கப் படுதலைக் குறிப்பிடலாம். கைக்கு மிக அருகில் மிக வேகமாகச் செல்லும் துப்பாக்கி வெடிகுண்டு அதிர்ச்சி கூட நரம்பைச் செயலிழக்கச் செய்துவிடும். சில நாள்கள் நீடித்திருக்கும் இந்நிலையில் நரம்பிலோ, தசையிலோ மாற்றமேற்படுவதில்லை. பின் சில மணி நேரம் அல்லது நாள்களில் பாதிக்கப்பட்ட நரம்பு தன் நிலைக்கு வந்து விடும். இதனால் இந்நரம்பின் பணியில் குறைபாடுகள் காணப்படுவதில்லை.

மருத்துவம். பாதிக்கப்பட்ட தசைகளுக்கு ஓய்வு கொடுக்கும் வகையில் துணித் தொட்டிலில் இடச் சீராகும். தனிப்பட்ட மருத்துவம் தேவையில்லை.

உறையினுள் நரம்புக் கம்பிகள் துண்டிப்பு. நரம்பு உறைக்குள் நரம்புக் கம்பிகள் அறுபடுவதாலேயே இந்நிலை உண்டாகிறது. பகுதி அல்லது முற்றிலுமாக உறையினுள் நரம்புக் கம்பித் துண்டிப்பு, எலும்பு முறிவு, மூட்டு விலகல் அல்லது இவற்றைச் சீராக்கும்போது கொடுக்கப்படும் கூடுதலான நீட்டல், குழந்தை பிறக்கும் போது கழுத்தைப் பிடித்திழுப்பதால் நிகழும் தோள் நரம்புத் தொகுப்பின் (brachialplexus) பாதிப்பு, உயரத்திலிருந்து கீழே விழும்போது பற்றுதலுக்காகப் பிடிக்கையில் ஏற்படும் திடீர் நீட்டல் ஆகிய நிகழ்ச்சிகளால் உண்டாகிறது. மேலும் கைகளையோ, கால்களையோ மாவிட்டுக் கட்டும்போதும், அறுவை மருத்துவப் படுக்கையில் கையை ஓரத்தில் தொங்கவிடும்போதும், மூட்டிற்கு அருகேயுள்ள தாங்கிக் கட்டைகள் பந்தகக் கட்டுகள், தழும்பு முதலியவை நரம்பை இழுக்கும்போதும், அழுத்தும்போதும் நரம்புக் கம்பிகள் அறுபடக்கூடும்.

நோய்க் குறியினால் மாற்றங்கள். உறையிலும் நரம்புக் கம்பிகள் அறுபட்டவுடன் அது போய்ச் சேருமிடம் வரையுள்ள பகுதியினுள் நரம்புக் கம்பிகளில் வல்லேரியன் நசிவு ஏற்படுவதால் நரம்புறை, வெற்றுக் குழாயாகக் காணப்படும். அறுபட்ட பகுதியில் நரம்புக் கம்பியில் நரம்பு நாராதல் ஏற்படும். சிறிது காலம் கழித்துப் புதிய நரம்புக் கம்பிகள் இந்நாராதல் பகுதியையும் மீறி வளரத் தொடங்கி வெற்றிடமாக உள்ள நரம்புறை வழியாக அது போய்ச் சேர வேண்டிய தசையையும் தோல் பகுதியையும் அடையும். இதை நரம்பின் மறுவளர்ச்சி (regeneration of nerve) என்பர். தொடக்கத்தில் சிறிது காலதாமதமானாலும் 10 நாட்களுக்குப் பின் நாளும் ஒரு மில்லி மீட்டராக வளர்ந்து வரும் நரம்பிற்கு உறையினுள் ஏற்பட்ட குருதிக் கசிவு, நார்தல் போன்ற தடைகள் பல உண்டாகும். இதனால் சில சமயம் காலம் கடந்து வளர்ச்சியுண்டாவதுடன் தசையிலும் தோலிலும் உணர்ச்சியின் பகுதிப் பாதிப்பும் தசை இயக்கத்தில் குறைவும் தோன்றும்.

நரம்புக் கம்பி காயத்தால் ஏற்படும் மாறுதல்கள். நரம்புத் தொடர்பு தடைப்படுவதால் தோல், தசை மூட்டு ஆகியவற்றில் மாற்றங்கள் ஏற்படும். இயக்கமின்மையால் குருதியோட்டம் குறைவதால் பாதிக்கப்பட்ட பகுதியில் வெம்மைக் குறைந்து, குளிர்ந்து காணப்படுவதுடன் நீல நிற மாற்றமடையும். தோல் மெலிந்து நகம் பளபளக்கும். உணர்ச்சியிராமையால் காயம் உண்டாகிப் புண்ணாகும் பாதிக்கப்பட்ட தசைகள் வலுவிழந்து எதிர்த்திசையி பாதிக்கப்படாத தசையின் இயக்கத்தால் நீட்சியடையும் ஃபாரடிக் மின்சாரத்தால் (faradiac stimulation) வேகமாகத் தூண்டிப் பின்னர் நிறுத்தும்போது தசையில் மாற்றம் காணப்படுவதில்லை. மாறாகக் கால்வனிக் மின்சாரத்தால் மெதுவாகத் தூண்டிப் பின் நிறுத்தும்போது தசையில் மாற்றம் ஏற்படுவதுண்டு.

மருத்துவம். நரம்பு திரும்பி வளரும் வரை தசையில் ஊட்டச்சத்து இயக்கத்தை மின் தூண்டல் மற்றும் மூட்டுகளை அடிக்கடி இயக்கி வருவதால் தசை நலிவையும் நார்தலையும் தடுக்கலாம். செடன் என்பார் நரம்பு திரும்பி வளர்ந்தமையை கண்டுபிடிக்கச் சில வழிமுறைகளைக் குறிப்பிட்டுள்ளார். அவை : 1. டினெல் சைன் (Tinel's sign) ரப்பர் சுத்தியல் கொண்டு கீழிருந்து மேலாகத் தட்டிக் கொண்டு வரும்போது புதிதாக நரம்பு வளர்ந்த இடத்தில் ஒருவகைச் சுளீர், உணர்ச்சி தோன்றுவதைக் கண்டறிதல்.

2. வலி, தொடு உணர்ச்சி திரும்பி வரும் காலத்தைக் கணக்கிடுதல். 3. பாதிக்கப்பட்ட பகுதியிலிருந்து வெவ்வேறு

தசைகளின் இயக்கு ஆற்றல், திரும்பி வரும் காலம் முதலியவற்றை ஆய்வு செய்வதால் நரம்பின் மறுபிறப்பைக் கண்டுணரலாம்.

நரம்பு அழுத்தம். நீண்ட நேரம் நரம்பு அழுத்தப்படுவதால் உணர்ச்சியின்மையுடன் இயக்கமின்மையும் தோன்றும். இது ஒரு தற்காலிக மாற்றமேயாகும். அழுத்தம் கூடுதலான காலம் நீடிக்கும்போதும், நிரந்தரமாகத் தசைகள் பாதிக்கப்படுவதுபோல் தோன்றினால் உடனடியாக அழுத்தத்தை நீக்க வேண்டும். எ-டு. இறுகிப் பிடித்த மாவுக்கட்டு, புது எலும்பு வளர்ச்சி, மணிக்கட்டில் உள்ள குறுக்கு நாண் முதலியவை.

வெட்டுண்ட அல்லது முற்றிலும் கிழிந்த நரம்புக்காயம். ஊடுருவிப் பாயும் காயங்களால் நரம்புகள் பகுதியோ முற்றிலுமோ தம் உறையுடன் சேர்ந்து அறுபடக்கூடும். இது போர்க் காயங்கள், வெட்டுக் காயங்கள், குத்துக்காயங்கள், கவனக்குறைவான அறுவையில் ஏற்படும் காயங்கள் எனப் பலவகையாக இருக்கலாம்.

நோய்க்குறியியல். முற்றிலும் வெட்டுப்பட்ட நரம்பு நுனிகளில் முடிவு நரம்புக் கட்டியும் (end neuroma) பகுதித் துண்டிக்கப்பட்ட நரம்பில் பக்க நரம்புக் கட்டியும் நார்தலினால் தோன்றும். வெட்டப்பட்ட பகுதிக்குக் கீழே வல்லேரியன் நசிவு ஏற்படும். மேற்பகுதியில் சில காலத்திற்குப்பின் நரம்பு வளரத் தொடங்கினாலும் இடைப்பட்ட பகுதியில் உள்ள குருதிக்கட்டு வளரும். கீழே உள்ள வெற்று உறையுள் நரம்பு நுழைவதற்கு இடையூறு உண்டாக்கும். மீறிச் சில நரம்புக் கம்பிகள் வளர்ந்து அவற்றின் தசையை அடைவதுண்டு. ஆனாலும் பாதிக்கப்பட்ட தசை, தோல் உணர்வு முற்றிலும் சீராவதில்லை. உடனடியாக வெட்டுண்ட பகுதியைத் தையலிட்டாலும் நலமடையாமைக்குக் காரணம் தையலிட்ட பகுதியிலுண்டாகும் நார்தல், தொற்று, அழற்சி, தையலால் உண்டாகும் அழுத்தம் ஆகியவையாகும்.

இயக்கு நரம்பின் மறு வளர்ச்சியில் பெரும் பாதிப்பு உண்டாவதில்லை. உணர்ச்சி மற்றும் இயக்க நரம்பு இணைந்த நரம்புகள் மிகுதியும் பாதிக்கப்படும்.

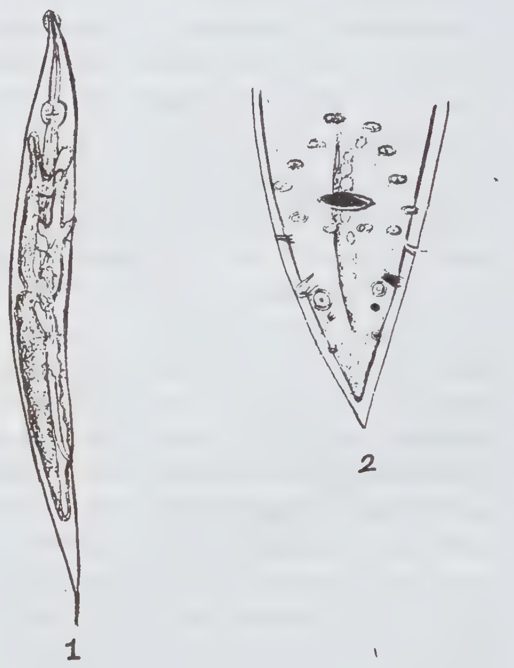
மருத்துவம். தொற்று இல்லாத தூய வெட்டுக் காயங்களில் உடனடியாகத் தையல் இடுவதும், கிழிந்த மற்றும் பெருங்காயங்களில் இரண்டாம் நிலை அறுவையும், வெட்டப்பட்ட பகுதியின் இடைவெளி கூடியிருந்தால் ஒட்டுறுப்பு அறுவையும் பயன் தரும்.

- மா. ஜெ. ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

நரம்புச் சிலந்தி

இது ஒருவகை ஒட்டுண்ணிப் புழுவினால் ஏற்படும் நோயாகும். நரம்பு மண்டலத்துக்கும் நரம்புச்சிலந்தி நோய்க்கும் எந்தவிதத் தொடர்பும் இல்லை. கை, கால் போன்ற உறுப்புகளின் தோலுக்கடியில் நரம்பு போல இந்த ஒட்டுண்ணிப் புழுக்கள் வளைந்து நெளிந்து பதுங்கிக் கிடக்கின்றன. சாதாரணமாகக் காணும்போது இப்புழுக்கள் நரம்புப் போலத் தோற்றம் பெறுவதாலும், இதனால் ஏற்படும் புண் அருவெறுக்கத்தக்க அளவில் சிலந்தி வலை போன்று விரிந்து பரவிக் கொப்புளத்தையும் புண்களையும் உண்டாக்குவதாலும் இந்நோயை நரம்புச் சிலந்தி என்பர்.

இந்நோயை உண்டாக்கும் புழுவின் பெயர் டிரக்கன்குலஸ் மெடினென்சிஸ் *(Dracunculus medinensis)* என்பதாகும். இப்புழு நிமட்டோடா என்றும் நூற்புழுத் தொகுதியில் பிளரீடே என்னும் குடும்பத்தில் அடங்கும். பிளரீடே என்பதே மனிதனுக்குத் தீங்கினை விளைவிக்கும் ஒருவகை ஒட்டுண்ணிக் குடும்பமாகும்.



1. பெண் நரம்புச் சிலந்தி
2. நரம்புச் சிலந்தியின் பின்புற முனை

ஆண் ஒட்டுண்ணிப் புழு 1.5 செ.மீ நீளமுடையது. பெண் புழு 7.5 செ.மீட்டருக்கும் மேலான நீண்ட உடல் உடையது. ஆண், பெண் புழுக்கள் இணைந்து மிகுதியான இளவுயிரிகளை உற்பத்தி செய்தவுடன் ஆண் இறந்துவிடும். இளவுயிரிகளைச் சைக்ளாப்ஸ் என்னும் நீர்ப் பூச்சிகள் விழுங்கி அவற்றின் வயிற்றில் வளர்ந்து வரும். சைக்ளாப்ஸ் இப்புழுக்களுக்கு இடையீட்டுயிராக (internal host) இருக்கிறது. இந்த நீர்ப் பூச்சிகள் நீர் நிலைகளிலேயே வாழ்வதால், இந்த நீரை அருந்துபவர்களுடைய வயிற்றுக்குள் எளிதாக அவை சென்றுவிடுகின்றன. பிறகு மணிக்கட்டுகளிலோ, கணுக்கால்களிலோ கொப்புளம் ஏற்படுகிறது.

- செ. மரியசூசைநாதன்

நரம்புச் சிலந்தியின் வாழ்க்கைச் சுற்றில் இருவகையான ஓம்புயிர்களின் (host) இடையீடுகள் காணப்படும். முதிர்ப்புழுக்கள், நிலை ஓம்புயிரிகளாகச் செயல்படும் மனிதன், பிற பாலூட்டிகளின் உடல்களுக்குள் ஒட்டுண்ணிகளாய் உறைகின்றன. இடை ஓம்புயிராக இயங்கக்கூடிய நன்னீர் நத்தையினத்தைச் சார்ந்த ஒற்றைக் கண்ணியில் (cyclops) முதிர்வுறு முட்டைப் புழுக்கள் வாழ்கின்றன. கருமுளையினின்று (embryo) முதிர்பருவம் வரையிலான வளர்ச்சிமுறைகள் ஒற்றைக் கண்ணியின் உடலுக்குள்ளேயே ஓம்பப்படுகின்றன.

முதிர்ந்த பெண் புழு குழவியீனும் வழக்கம் உடையது. நிறை சூலுற்ற பெண் புழு, இரண்டொரு நாள்களுக்கு ஒருமுறை, கரு முனைகளைக் கூட்டங்கூட்டமாகத் தன்னுடலினின்று வெளியேற்றும். இந்தக் கருமுளை வெளியேற்றம், கருப்பையின் அனைத்துக் கருமுளைகளும் வெளிவரும் வகையில் ஏறத்தாழ மூன்று வாரங்களுக்குத் தொடர்கிறது. இவ்வாறு தாயினின்று புறத்தே தள்ளப்படும் கருமுளைகள், நீரில் நீந்திக் கொண்டிருக்கும் ஒற்றைக் கண்ணிகளினால் உட்கொள்ளப்பட்டு, தம் வளர்ச்சியை மெல்லத் தொடர்கின்றன. மனிதனுக்குத் தீங்கு தரக்கூடிய தொற்று நிலையைத் தொடும்வரை இவ்வளர்ச்சியும் முதிர்ச்சியும் விரியும். ஆயினும், இத்தொற்று நிலையிலும் அவை முதிர்வுறா முட்டைப் புழுக்களாகவே உள்ளன.

நீரை அருந்தும் மனிதன், அதனோடும் சேர்த்துத் தன்னுடலினுள் புழுக்களைத் தாங்கிக் கொண்டிருக்கும் ஒற்றைக் கண்ணிகளையும் உள் விழுங்குகிறான். கூடவே முழு வேகத்தோடு இருக்கும் நரம்புச் சிலந்தியின் முட்டைப் புழுக்களையும் விழுங்குகிறான். மனித உடலுக்குள் புகுந்தவுடன் முட்டைப் புழுக்கள் இணைப்புத் திசுக்களைத் (connective tissues) தேடிப் போகின்றன. மனிதவுடலின் ஆழ்பகுதி இணைப்புத் திசுக்களில் வளரும்போது, அவை இனப்பெருக்கத் தகுதி பெற்று, முழு முதிர்வுள்ள நரம்புச் சிலந்திகளாகின்றன. பெண் புழுக்களைக் கருவுறச் செய்தபின் ஆண் புழுக்கள் அழிகின்றன. பின்னர், சூலுற்ற பெண் புழுக்கள் தோலடிப் பகுதிகளை நோக்கி இடம்பெயர்கின்றன. அதிலும் நீருடன் தொடர்பு ஏற்படக்கூடிய தோல் பகுதிகளே இப்புழுக்களால் தேர்ந்தெடுக்கப்படும்.

இணைப்புத் திசுக்களின் இடையே நகர்ந்து தோற் பரப்பைத் தொட்டவுடன், பெண் புழுவின் உடலினின்று நச்சியம் (toxin) சுரக்கும். இந்நச்சால் தோலில் கொப்புளம் தோன்றும். பின்னர், கொப்புளம் தோன்றும். கொப்புளம் உடைந்து புண்ணாகி, அப்புண்ணின் மீது நீர் படும்போது, சூலுற்ற பெண் புழு உள்ளிருந்து தலைகாட்டும். நீரின் தூண்டுதலால், அதன் உடலினின்று நிறையக் கருமுளைகளோடு கூடிய நீர்மம் வெளியேறும். நீருக்குள் நிறையும் கருமுளைகளினால் நரம்புச் சிலந்தியின் வாழ்க்கைச் சூழல் மீள உருவாகிறது.

இணைப்புத் திசுக்களில் நரம்புச் சிலந்தி வாழ்வதால் மனிதவுடலில் மாற்றங்களோ, பாதிப்புகளோ உருவாவதில்லை. ஆயின் தோலடித் திசுக்களில், (subcutaneous tissues) இது வாழும்போது, நாளப் புடைப்பு ஏற்பட்டாற் போல் தோற்றமளிக்கும். நீண்டு வளைந்த வீக்கத்தினைத் தோலின் மேல் காணலாம். கொப்புளம் உருவாகி, நச்சியம் வெளியேறும்போது ஒவ்வாமை காரணமாக உடலரிப்பு, குமட்டல், வாந்தி வயிற்றுப்போக்கு, ஈளை (asthma), தலைச்சுற்றல் மயக்கம் போன்ற நோய்க் குறிகள் தோன்றுகின்றன.

இப்புண்ணை நீர் தொடும் ஒவ்வொரு வேளையிலும், நரம்புச் சிலந்தி தலை நீட்டுவதால், அதனை அப்படியே மெதுவாகப் புறமிழுப்பது பன்னெடுங்காலமாய் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகிறது. ஒரு நரம்புச் சிலந்தியை இவ்வாறு முழுதாய் வெளியேற்ற 10-15 நாள்கள் ஆகும்.

கிணறு, குளம், குட்டை ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துவோர், நீரில் கால் நனைத்து நிற்போர் இப்புழுவின் தாக்கத்துக்கு உள்ளாகின்றனர். நீர் நிலைகளின் மூலம் பரவும் இவ்வொட்டுண்ணித் தாக்கம் மேற்கிந்திய மாநிலங்களில் மிகுதியும் காணப்படு

நீர் தேங்குமிடங்களைத் தூய்மையாய் வைத்திருத்தலும், வடிகட்டிய நீரைப் பயன்படுத்தலும் சுற்றுப்புறச் சூழலின் நலம் பேணலும் தடுப்பு முறைகளாக உள்ளன.

- சுதா சேஷய்யன்

நோய்க்குறி. சிரங்கு, கொப்புளம் போலக் கை, கால்களில் உண்டாகும். வலியும், எரிச்சலும், நமைச்சலும், வாந்தியும், வயிற்றுப்போக்கும் ஏற்படும்.

மருத்துவம். நாட்டு மருத்துவர்கள் இந்தப் புழுவை ஒரு சிறிய குச்சியில் வளைத்து வெளியே எடுத்து விடுவர். புழுவை எடுக்கும்போது மிகவும் கவனத்துடன் பாதியில் அறுந்துவிடாமல், முழுமையாக வெளியே எடுத்துவிட வேண்டும். பாதியில் அறுந்துவிட்டால் புழு புண்ணில் மறைந்து கொண்டு பெருத்த வலியை உண்டாக்கும். புழுவை எடுத்த பின்னர் கார்பாலிக் கரைசலால் புண்ணைக் கழுவி வந்தால் இப்புண் குணமாகும்.

கல்யாண முருங்கை விதைகளைத் தூளாக இடித்து, இம்மரத்தின் இலைச் சாற்றில் கலந்து உள்ளே கொடுக்க இந்தப் பூச்சி மறைந்துவிடும். வேளைக்கீரை விதைகளைத் தூளாக இடித்து, ஒரு கரண்டித் தூளுடன், ஒரு கரண்டி கற்கண்டுத் தூளைக் கலந்து காலை, மாலை வாயின் உள்ளே போட்டுச் சிறிதளவு பால் அருந்த வேண்டும். அடுத்த நாள், ஒரு கரண்டி விளக்கெண்ணெய் அருந்த, வயிற்றில் உள்ள பூச்சிகள் வெளியே வந்துவிடும்.

வாழைப்பழத்தில் சிறிது பெருங்காயத்தை வைத்து உள்ளே விழுங்கினாலும் இப்பூச்சிகள் வெளியே வந்துவிடும். இது ஒரு தோல் நோயாக உள்ளமையால் தோல் மருத்துவரை அணுகி அறிவுரை பெறுவது நலம். ஆங்கில மருத்துவ முறையில் இந்தப் பூச்சிகள் வயிற்றிலிருந்து வெளியேற மருந்துகளும், புண்ணிற்கு மேலே பூசிக்கொள்ளக் களிம்புகளும் உள்ளன.

தடுப்பு முறை. பொது நீர்நிலைகளில் இருந்து நீரைப் பருகுபவர்கள் அந்நீரைக் காய்ச்சி குடித்தால் இந்நோய் வருவதைத் தவிர்க்கலாம். மேலும், கை, கால்களில் புண்ணோ கொப்புளமோ உள்ளவர்கள் நீர்நிலைகளைப் பயன்படுத்தும்போது நீர் நிலைகளில் உள்ள புழுக்கள் அக்கொப்புளங்கள் வழியாக உட்சென்று விடக்கூடும். எனவே கொப்புளம், புண் உள்ளவர்கள் பொது நீர்நிலைகளைப் பயன்படுத்துவதைத் தவிர்க்க வேண்டும்.

- செ. மரியசூசைநாதன்

துணைநூல். W.D. Russell-Hunter, *A Life of invertebrates,* Macmillan Publishing Company, New York, 1970.

கால்நடைகளில் நரம்புச் சிலந்தி. இந்நோய் மாட்டினங்கள், குதிரை, நாய், மனிதர்களைத் தாக்கும். இந்த ஒட்டுண்ணி இந்தியா, ஆஃப்ரிக்காவில் மிகுந்து காணப்படுகிறது.

உடலமைப்பு. இவ்வொட்டுண்ணி நீளமான உடலமைப்பைக் கொண்டிருக்கும். ஆண்புழுக்கள் 1-3 செ.மீ. நீளத்தில் இருக்கும். பெண்புழுக்கள் 100-400 செ.மீ. இருக்கும். தலைப்பகுதி உருண்டையாகவும் சற்றே தடிமனான தோலுடனும் காணப்படும். தலையின் பின்புறம் பிறப்புறுப்பு அமைந்திருக்கும். கருக்களைக் கொண்டிருக்கும் புழுக்களில் பிறப்புறுப்பு சிதைந்து காணப்படும். உடலின் பெரும்பகுதி கருக்களுடன் கூடிய கருவறைகளையே கொண்டிருக்கும். சிதைந்து போன பிறப்புறுப்பிற்குப் பின்புறமிருந்து கருவறைகள் தோல் வழியே வெடித்து முதல்நிலைப் புழுக்கள் வெளியேற்றப்படுகின்றன.

வாழ்க்கைச் சுழற்சி. முதிர்ந்த பெண்புழுக்கள் கால்நடைகளின் தோலுக்கு அடியில் உள்ள தோலடித் திசுக்களில் தங்கியிருக்கும். இவை தோலின் மேல்புறத்தில் சிறிய பருக்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இப்பருக்கள் நாளடைவில் பெரிதாகிக் கொப்புளமாக மாறுகின்றன. இத்தகைய கொப்புளங்களுக்கு நீருடன் தொடர்பு ஏற்படும்போது, அக்கொப்புளத்தின் வாய்வழியே பெண்புழுவின் முன்பகுதி வெளியில் நீட்டப்படும். அதே சமயத்தில் இளம்புழுக்கள் நீரில் வெளியேற்றப்படும். இம்முதல்நிலைப் புழுக்கள் சைக்ளாப்ஸ் (cyclops) எனப்படும். இடைநிலை விருந்தோம்பியால் (intermediate host) உட்கொள்ளப்பட்டு, வளர்ச்சியடைந்து உறைப்புழுக்களாக (sheath worm) மாறுகின்றன. இத்தகைய உறைப்புழுக்களுடன் கூடிய சைக்ளாப்ஸ்களை நீருடன் சேர்த்துக் கால்நடைகள் உட்கொண்டுவிடுவதால் நோய்த் தாக்குதல் ஏற்படுகிறது.

அதன்பின் கால்நடைகளின் குடலில் வெளியேற்றப்படும் உறைப்புழு, அடிவயிற்றுத் தோலடித் திசுவை வந்தடைகிறது. அங்கே ஆண்புழுக்களுடன் இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகிறது. ஆண்புழுக்கள் உடனே இறந்துவிடுகின்றன. பெண் புழுக்கள் கால்களில் உள்ள தோலடித் திசுவை வந்தடைகின்றன. கால்களுக்கு அடிக்கடி நீருடன் தொடர்பு ஏற்படுவதால் பெரும்பாலும் கால்களே பாதிக்கப்படுகின்றன. பெண்புழுக்கள் இளம்புழுக்களை வெளியேற்றுவதற்கு முன்பு தோலடித் திசுக்களில் ஓராண்டுக்குத் தங்கிவிடுகின்றன.

நோயின் தன்மை. இதற்குத் தனிப்பட்ட நோய்த் தன்மை இல்லை. பெண் புழுக்கள் கயிறு போன்ற தடிப்பான பகுதியைத் தோலுக்கடியில் உருவாக்குவதோடு

வெளிப்புறத்தில் கொப்புளங்களையும் தோற்றுவிக்கின்றன. இக்கொப்புளங்கள் வழியே இளம்புழுக்களை வெளியேற்றுவதற்காக, பெண் புழு வெளிப்படுமுன் நீர்வீக்கம், அரிப்பு, தோல் தடிப்புகள் தோன்றுவதுண்டு. இப்புழுவின் கழிவுப் பொருள்களின் விளைவாகக் குறைந்த அளவில் காய்ச்சல் இருக்கக்கூடும்.

மருத்துவம். பெண்புழு இளம்புழுக்களை வெளியேற்றக் கொப்புளத்தின் வழியே வெளிப்படும்போது நூலைக் கொண்டு ஒரு குச்சியில் கட்டிவிட வேண்டும். பின்னர் அக்குச்சியை மெதுவாகச் சுற்றிக் கொண்டே வந்தால் புழுவும், குச்சியில் சுற்றிக் கொண்டே வரும். முழுப்புழுவும் வெளியேறும் வரை இவ்வாறு சுற்ற வேண்டும்.

- ஆர். கோவிந்தராஜீ

பெண்புழுக்களை அறுவை செய்து நீக்கலாம். நிரிடசோல் மருந்தை நாளும் 1.கி.கி. உடல் எடைக்கு 25மி.கி. என்னும் அளவில் 10 நாள்களுக்குக் கொடுப்பதுடன் இரண்டு மூன்று நாள்களுக்குத் தயோபென்டசோல் மருந்தை நாளும் 1கி.கி உடல் எடைக்கு 50மி.கி. வீதம் கொடுப்பதால் புழுக்கள் வெளியேற்றப்படுவதுடன் புண்களும் ஆறிவிடும்.

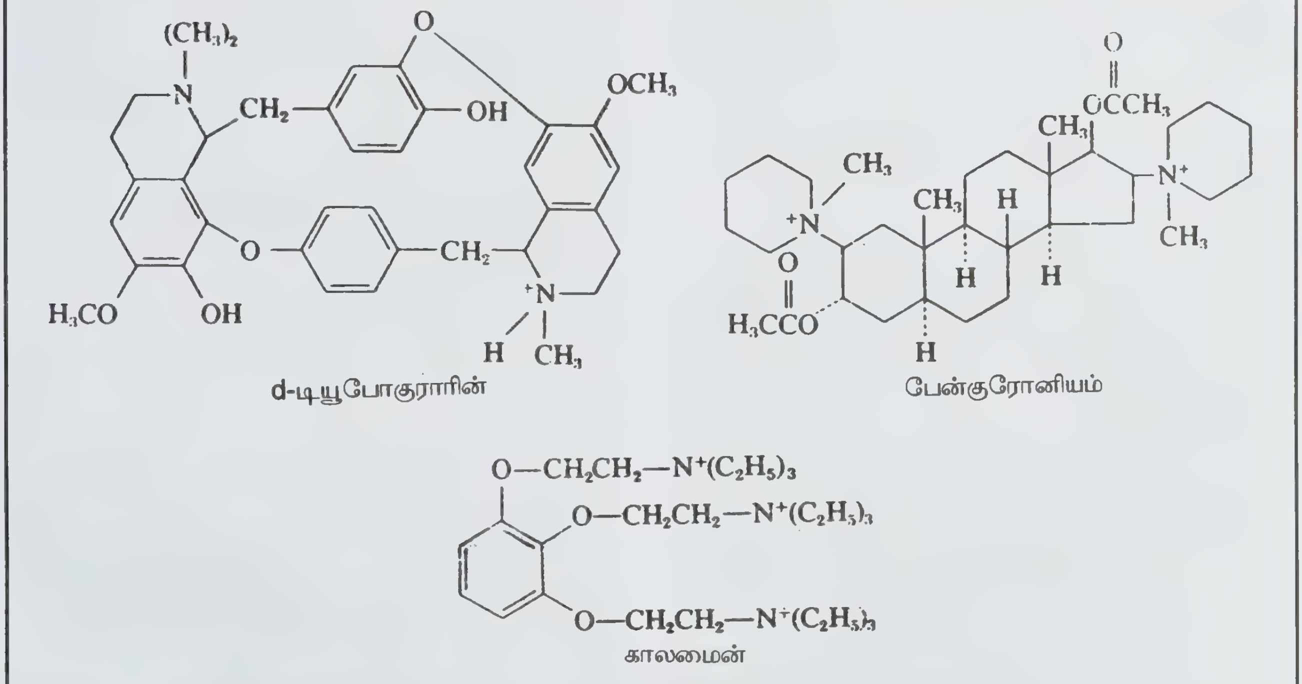
- இரா. வசந்தகுமார்

நரம்புத்தசை இணைப்புத் தடைப் பொருள்கள்

தசைகளின் இயக்கம், மைய நரம்பு மண்டலத்தில் உருவாகும் உந்தல்கள் மூலமாகவும், நரம்பு நுனிகளில் உள்ள கட்டுப்பாடு அமைப்புகளாலும் கட்டுப்படுத்தப் படுகிறது. தண்டுவட அணிச்சைகளும் உட்செல்லும், வெளியேறும் இயக்க இழைகளுக்கிடையே உள்ள எதிர்வினைகளும் முக்கிய பங்கு கொள்கின்றன.

நரம்புத் தசை இணைப்புத் தடைப் பொருள்கள் (neuromuscular blocking agents) காந்த முனை ஆக்காத போட்டியிடுபவை (எ-டு: டியூபோகுராரின், பேன்குரோனியம், காலமைன்) காந்தமுனை ஆக்கும் பொருள்கள் (polarizing) சுக்சினைல்கோனின், டிகாமெதோனியம் என இரு வகைப்படும்.

செயல்பாடு. இவை நரம்புக் கடத்தலையும், நரம்புக் கடத்தி இணைப்புகளையும், செயல்பாட்டையும்



d-டியூபோகுராரின் பேன்குரோனியம் காலமைன்

காந்தமுனை ஆக்காத (போட்டியிடும் பொருள்கள்), காந்தமுனை ஆக்கும் பொருள்கள்

பாதிக்கின்றன. அசெட்டைல்கோலினும் அதன் ஏற்பியும் வினைபுரிய அல்லது இயக்க இறுதித் தடை காந்த முனையாக்காமல் அல்லது தசைச் சுருக்கத்தைத் தூண்டி, மருந்துகள் பணி புரியலாம்.

நரம்பு-தசைத் தடைக்கு உள்ளாகும் மனிதனின் உறுப்புகள் வருமாறு : கண் தொடர்பில்லா உறுப்புகள், கை, கால்கள், தலை, கழுத்து, வயிறு, தொடை, உதரவிதான மூச்சு மண்டல உறுப்புகள். நரம்புத் தசை தடை மருந்துகள் பெரும்பாலும் உணர்வகற்றும் முறையில் கையாளப்படுகின்றன. அவை பெரும்பாலும் சிரை வழியாகவே கொடுக்கப்படுகின்றன. பிளாஸ்மா புரதத்துடன் டியூபோகுராரின் 50%உம், பேன்குரோனியம் 20%உம் இணையும். சுக்சினைல் கோலினைத் தவிர மற்ற அனைத்து நரம்பு-தசை தடை மருந்துகள் சிறுநீரகம் மூலம் வெளிப்படுகின்றன. இது சிறுநீரக முடிச்சின் வடிகட்டும் திறனைப் பொறுத்துள்ளது.

உணர்வகற்றலின் போதும், அறுவைக்கு முன்பு தசை நெகிழ் தன்மையை உண்டாக்கவும், மூச்சுக் குழலின் உள், குழலைச் செருகவும், மூச்சுவிட உதவும் கருவியில் இருக்கும் நோயாளிக்கு உதவவும், இசிவு நோயின்போது தசைச் சுருக்கங்களைக் கட்டுப்படுத்தவும், அதிர்ச்சி மருத்துவ முறையின்போது எலும்பு முறிவு, எலும்பு விலகல் ஆகியவற்றைத் தடுக்கவும் இம்மருந்துகள் பயன்படுகின்றன. இவற்றின் செயல்பாடு பெருமளவில் பொட்டாசியம் அயனிகள் அளவைப் பொறுத்துள்ளது.

டியூபோகுராரின் குளோரைடு 15மி.கி. அலகிலும், 3 மி.கி. அலகிலும் கிடைக்கும். இம்மருந்தைச் சிரை வழியாகவும் தசை வழியாகவும் கொடுக்கலாம்.

பேன்குரோனியம் புரோமைடு, 1 மி.கி. அலகிலும், 2மி.கி. அலகிலும் கிடைக்கிறது. காலமைன் டிரைதயோடைடு 20 அல்லது 100மி.கி. அலகில் கிடைக்கிறது. சுக்சினைல் கோலின் குளோரைடு 20மி.கி. அலகில் கிடைக்கிறது. சிரை வழியாக 1.கி.கி. எடைக்கு 1மி.கி. அலகில் கொடுக்கப்படுகிறது.

இதயத் துடிப்பு குறைதல், இதய லய மாற்றங்கள் போன்ற வேண்டா விளைவுகள் இம்மருந்தால் ஏற்படுகின்றன. பேறுகால இறுதிக் கட்டத்திலும், குழந்தை பிறந்த தொடக்க காலத்திலும் கவனமாக இம்மருந்தைக் கொடுக்க வேண்டும்.

கருப்பைத் திறப்பு அறுவை முறையின்போது குழந்தையைத் தாக்கக் கூடுமாதலால் கவனம் தேவை. சிலபோது இதயத் துடிப்பு மிகையாகி விடுகிறது. பேன்குரோனியம் சிலபோது குருதி அழுத்தத்தை மிகுதியாக்குகிறது.

- அ. கதிரேசன்

நரம்புத் தளர்ச்சி (கால்நடை)

இது மனிதரில் பெரும்பான்மையாகக் காணப்படக்கூடிய ஒரு நோயாகும். நரம்புத் தளர்ச்சி கொண்ட மனிதரில் ஒழுங்கற்ற இயக்கமும், உளவியல் பாதிப்பு அறிகுறிகளும் காணப்படும். ஆனால் கால்நடைகளில் மனிதர்களுக்கு ஏற்படும் நரம்புத் தளர்ச்சி போன்ற அறிகுறிகள் தென்படுவதில்லை. மனிதர்களில் பொதுவாக நரம்புத் தளர்ச்சி சில வைட்டமின் பற்றாக்குறையால் ஏற்படுகிறது. இவற்றுள் வைட்டமின் A, B ஆகியவை மிகவும் இன்றியமையாதவை. இவை நரம்புகளின் வளர்ச்சிக்கும் பணிகளுக்கும் தேவைப்படுகின்றன. இவற்றின் பற்றாக்குறை பொதுவாக நரம்புத் தளர்ச்சி அறிகுறிகளை மனிதர்களிடம் உண்டாக்குகிறது. கால்நடைகளின் இரைப்பையில் உள்ள நுண்ணுயிர்கள் நார்ச்சத்துத் தீவனங்களைச் செரிக்கின்றன. இந்த நுண்ணுயிரிகள் வைட்டமின் Bஐ உற்பத்தி செய்கின்றன. அத்துடன் பசு உட்கொள்ளும். பசுந்தீவனத்தில் வைட்டமின் A மிகுதி. எனவே பசுக்களில் இவற்றின் பற்றாக்குறை ஏற்படுவதில்லை. எனினும் பல நரம்பு மண்டலப் பாதிப்புகள் பசுக்களில் பல்வேறு காரணங்களால் ஏற்படுகின்றன. இவற்றைப் பொதுவாக நரம்புத் தளர்ச்சி என்று குறிப்பிடலாம்.

கால்நடைகளில் ஏற்படும் நரம்புத்தளர்ச்சி அறிகுறிகள் ஐந்து வகையாகக் காணப்படுகின்றன. மனவியல் பாதிப்புகளான நினைவின்மை, சோர்வு தூண்டப்பட்ட உணர்வுகள் போன்றவை முதல் வகையாகும். இரண்டாம் வகைப் பாதிப்புகளில் செயல்பாட்டு உணர்வுகள் தூண்டப்பட்டு, துடிப்பு, வலிப்பு, நடுக்கம் போன்றவை ஏற்படுகின்றன. மூன்றாம் வகைப் பாதிப்பில் இயக்கம் பாதிக்கப்பட்டுப் பக்கவாதம் அல்லது முடக்கம் ஏற்படுகிறது. அடுத்த வகையில் புலன் உணர்வுகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. கண் பார்வை, காது கேட்பது போன்றவை பாதிக்கப்படுவதுடன், தோல் எரிச்சல், தினவு போன்ற அறிகுறிகள் காணப்படலாம். இறுதி வகையான ஒருங்கிணைப்பற்ற இயக்கம் கால்நடைகளில் மிகுதியும் காணப்படுவதில்லை.

உணர்வு பாதிக்கப்படும் முதல் வகையில் வெறி நாய்க்கடி நோய் போன்ற பாதிப்புகளில் நரம்புகள்

பெருமளவு தூண்டப்படுகின்றன. அமைதியின்மை, குறிக்கோளற்ற இயக்கம் போன்றவை காணப்படும். மூளைப் பாதிப்பு, சில நச்சுத் தீவனங்கள், நச்சுகள் போன்றவற்றாலும் இந்தத் தூண்டப்பட்ட பாதிப்புகள் ஏற்படும். தீவிர மூளை நோய், பால் காய்ச்சல் நோயின் தொடக்கம் போன்ற சமயங்களிலும் நீடித்துத் தூண்டப்பட்ட உணர்வுகள் காணப்படுகின்றன. மூளையில் குருதிக் கசிவு, மூளை அழற்சி, கட்டி, ஈய நச்சுத்தன்மை போன்ற நிலைமைகளில் குன்றிய உணர்வும் சோர்வும் காணப்படுகின்றன. செயல்பாட்டு உணர்வுகளின் தூண்டுதல் காரீய நச்சுத் தன்மை, ஹிஸ்டீரியா நோய், தாவர நஞ்சு ஆகிய நிலைமைகளிலும் குன்றிய உணர்வும், சோர்வும் காணப் படுகின்றன. பக்கவாதம் போன்ற பாதிப்புகள் மூளைக் காய்ச்சலில் ஏற்படுகின்றன. வெறி நாய்க்கடி நோயின் தொடக்கத்தில் புலன்கள் பாதிப்பு அடைகின்றன.

மூளையின் அழற்சியால் பல நரம்புப் பாதிப்புகள் ஏற்படுகின்றன. இந்நோய் காச நோய் நுண்ணுயிர்களால் ஏற்படக்கூடும். அடைப்பான், சப்பை நோய், தொண்டை அடைப்பான் போன்ற நோய்களோடு மூளை அழற்சியும் ஏற்படக்கூடும். காரீய நச்சுத்தன்மை நரம்பு மண்டலப் பாதிப்புகளை ஏற்படுத்துகிறது. கால்நடைகளில் செரிமானமின்மையும் கழிச்சலும், மூளை அழற்சிக்கு வழி செய்யும். வெப்பத்தாக்கு, ஒட்டுண்ணிப் புழு, பால் காய்ச்சல் போன்ற பாதிப்புகளும் மூளையில் அழற்சியை ஏற்படுத்துகின்றன.

கால்நடைகளில் பிற காரணங்களாலும் நரம்புக் கோளாறுகள் ஏற்படுகின்றன. பொதுவாக A, B வைட்டமின் பற்றாக்குறை கால்நடைகளில் ஏற்படுவதில்லை. எனினும் சில சமயம் முறையான தீவனப் பொருள்கள் இராவிடில் இந்நிலை ஏற்படக்கூடும். எனவே கால்நடைகளுக்கு இவ்வைட்டமின் பற்றாக்குறை இராமல் கண்காணிக்க வேண்டும். நரம்பு மண்டல அறிகுறிகளை ஏற்படுத்தும் குறிப்பிட்ட நோய்கள் கால்நடைகளைப் பாதிக்காவண்ணம் தடுக்க வேண்டும்.

சில சமயங்களில் மேய்ச்சலுக்குச் செல்லும் கால்நடைகள் தாவர நச்சுப் பொருள்கள், வேதி நச்சுப் பொருள்கள் போன்றவற்றை உட்கொண்டு நரம்புகள் பாதிக்கப்பட்டு நரம்பு மண்டலப் பாதிப்பு அறிகுறிகளைக் காட்டக்கூடும். இதனால் நோய்க்கான காரணங்களை முதலில் நன்றாகத் தெரிந்து கொண்டு பின்னரே மருத்துவமளிக்க வேண்டும்.

நரம்புத் தளர்ச்சி என்னும் பொதுப் பெயரில் காணப்படும் பாதிப்புகள் யாவும் அறிகுறிகளே தவிர அவையே நோய் அன்று; எனவே நரம்புப் பற்றிய அறிகுறிகள் காணப்பட்டால் உடன் கால்நடை தீவிர ஆய்விற்கு உட்படுத்தப்பட்டு நோயின் காரணம் கண்டறியப்பட வேண்டும்.

- இரா. வசந்தகுமார்

நரம்பு நார்ப்பெருக்கம்

பாரம்பரியமாக வரும் நரம்பு நார்ப்பெருக்க நோய் அரிதாகக் காணப்படுகிறது. இந்நோய் தோல், நரம்பு மண்டலம், எலும்பு, நாளமில்லாச் சுரப்பி, பிறவிக்குறைகளுடன் சில சமயங்களில் காணப்படும். 1882ஆம் ஆண்டு வான்ரெக்லிங் ஹாசன் என்பாரால் விரிவாக கூறப்பட்ட இந்நோய் அவர்தம் பெயராலேயே வழங்கப்படுகிறது. இந்நோயால் 2500-3300 பிறப்பிற்கு ஒருவர் வீதம் பாதிக்கப்படுவர்.

நோய்க் குறிகள். நோய்க் காரணம் தெரியவில்லை; எனினும் இந்நோய் நரம்புச் செல்களாகிய சுவான் செல்கள் (schwann cells), நிறச்செல்கள் (melanocytes) உள்நரம்புநார் இளம்செல்கள் (endoneural fibroblasts), தோல் நரம்புச் செல்களிலிருந்து உண்டாகிறது. பல்வேறு இடங்களில் பல்வேறு பருமனில் இந்நோயின் அறிகுறிகளாகிய முண்டு போன்ற தடிப்புகள் தோலுக்கு அடியில் காணப்படும்.

பொதுவாகப் பழுப்பு நிறப் படைகள் (patches) அல்லது புள்ளிகளுடன் (cafeaulait spot) தோலிலும் தோலுக்கு அடியிலும் உடலின் அனைத்துப் பகுதியிலும் இக்கட்டிகள் காணப்படும். இளமையில் இக்கட்டிகளில் வளர்ச்சி காணப்படும். எந்தக் கெடு விளைவும் தெரியாத வரை நோயாளி இது குறித்து அறிய முடிவதில்லை. அரிதாக நரம்பு அறுவை வல்லுநர் கபால நரம்பு மற்றும் தண்டுவடத்தில் காணப்படும் இவ்வகைக் கட்டிகளைக் கண்டுபிடிப்பதுண்டு. இதன் அருவெறுப்பான தோற்றம் புற்றுக்கட்டிபோல நோயாளிக்கு அச்சந்தரும்.

எட்டாம் கபால நரம்பில் வரும் நரம்பு நார்ப்பெருக்கம் ஒரு பக்கம் அல்லது இரண்டு பக்கங்களையும் பாதிப்பதால் நரம்புச் செவிட்டுத்தன்மை, தலைக்கிறக்கம்,

தலைவலி முதலியவை ஏற்படும். மும்மிதுன நரம்பைப் (trigemineal nerve) பாதிப்பதால் முகத்தில் வலியும் மரத்துப்போதலும் உண்டாகும். கண் நரம்புப் பாதிப்பால், பார்வை இழப்புடன், கண் நரம்புத் அழிவு (atrophy), கண் நடுக்கம், கண் நரம்பு துளை விரிவு (orbital foramen widening) பிட்யூட்டரி குழியில் மாற்றம் முதலியவை உண்டாகும்.

தோலுக்கடியில் காணப்படும் எண்ணிறந்த நரம்பு நார்ப்பெருக்கம் பொதுவாக இரண்டு வகைப்படும். அவை:

புற நரம்புடன் கூடிய சிறு கட்டிகள். உடம்பு முழுதும் சிறுசிறு கட்டிகளால் நிரம்பிப் பலாப்பழத்தோலை ஒத்த நிலை காணப்படும். இரண்டாம் வகையில் அடித்தோல் திசு அளவுக்கு மிகையாக வளர்ந்து, உருவில் பெரிதாகி யானையின் தோலை ஒத்து இருக்கும். பல மடிப்புகளுடன் தோலில் வளர்ச்சியடைந்து ஒரு திரைச்சீலை போல் தொங்குவதால் இதை பாக்கிடெர்மடொசீல் (pachydermatocele) என்றும் குறிப்பர்.

மருத்துவம். பொதுவாக எண்ணிக்கையில் மிகுந்துள்ளமையாலும் சிக்கல் ஏற்படுத்தாமையாலும் இதற்குத் தனியான மருத்துவம் இல்லை. கபால, தண்டுவட நரம்பு, நார்ப்பெருக்கம் வாதத்தை உண்டாக்கினால் உடனடியாக எடுத்துக் களைய வேண்டும். பிலெக்சிபார்ம் வகையில் அருவெறுப்பான உருவத்திற்காக ஒட்டுறுப்பு மருத்துவம் செய்யலாம். அரிதாக இதில் தோன்றும் சார்க்கோமா புற்றையும் வேதனையை உண்டாக்கும் கட்டிகளையும் அறுவை செய்து நீக்கலாம்.

- மா.ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

நரம்பு மண்டல ஊக்கிகள்

மைய நரம்பு மண்டலம் தூண்டப்படும்போது வலிப்பு, படபடப்பு, மிகையான விழிப்புணர்ச்சி போன்ற பல வெளிப்பாடுகள் தோன்றலாம். மூளையில் கிளர்த்தல் பகுதியும் அடங்கல் பகுதியும் சமநிலையில் உள்ளன. சில தூண்டல் மருந்துகள் அடங்கல் பகுதியை மட்டுப்படுத்துகின்றன; சில கிளர்த்தல் பகுதியைத் தூண்டிவிடுகின்றன. இதன் விளைவாக நரம்பு மண்டலம் ஊக்குவிக்கப்பட்டு, மனிதனில் வெளிப்பாடுகள் தோன்றுகின்றன. நரம்பு மண்டலத் தூண்டல்களைச் சிலர், வலிப்பு ஊக்கிகள் என்றும் குறிப்பிடுகின்றனர்.

நரம்பு மண்டல ஊக்கிகளை (CNS stimulants) நான்கு வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை வலிப்பு ஊக்கிகள், மூச்சு மண்டல ஊக்கிகள், ஆம்ஃபிட்டமின்கள், சான்தீன்கள் என்பன.

வலிப்பு ஊக்கிகளில் பிக்ரோடாக்சினும், ஸ்டிரிக்னினும் முக்கியமானவை. கிழக்கிந்திய தீவுகளில் வளரும் அனாமிர்தா காக்குலஸ் என்னும் செடியிலிருந்து பிக்ரோடாக்சின் என்னும் அல்கலாய்டு பெறப்படுகிறது. நரம்பு மண்டலத்தைத் தளரச் செய்யும் மருந்துகளுக்கு எதிராகப் பிக்ரோடாக்சின் பயன்படுகிறது. தற்போது இது பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

மற்றுமொரு வலிப்பு ஊக்கி மருந்தான ஸ்டிரிக்னின், ஸ்டிரின்னோஸ் நக்ஸ்வாமிகா என்னும் செடியின் விதைகளிலிருந்து பெறப்படுகிறது. இது கிளைசினுக்கு எதிராக வினைபுரிந்து தண்டுவட அனிச்சைகளை ஊக்குவித்து வலிப்புகளை ஏற்படுத்துகிறது. பிக்ரோடாக்சின் காபா என்பதற்கு எதிராக, மூளையில் வினைபுரிந்து வலிப்புகளை உண்டாக்குகிறது. ஸ்ட்ரிக்னினும் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

அனலெப்டிகள் எனப்படும் மூச்சு மண்டல ஊக்கிகள் முகுளம் வழியாக வினைபுரிந்து, மூச்சு விடுதலை அதிகரிக்கின்றன. இப்பிரிவில் டாக்சோபிராம் ஹைட்ரோகுளோரைடு, ஃபைசோஸ்டிக்மின் ஆகிய மருந்துகள் அடங்கும்.

டாக்சோபிராம் ஹைட்ரோகுளோரைடு மருந்து பக்க விளைவுகளில் பெருமளவில் பயன்படும் பாதுகாப்பான மருந்தாகும். துயிலூட்டும் விளைவையும், மூச்சு மண்டலப் பாதிப்பையும் பெருமளவில் சீர்தூக்குகிறது. ஈதாமிவான், நிகிதமைடு ஆகியவையும் இவ்வாறே செயல்படுகின்றன.

சிறிது நேரமே வினைபுரியும் கோலின்எஸ்ட்ரேஸ் அடக்கியான ஃபைசோஸ்டிக்மின், அட்ரோபின் போன்ற மருந்துகளுக்கு மாற்று மருந்தாகப் பணிபுரிகிறது. 0.5 - 2.0 மி.கி. அலகில் சிரை வழியாக மெதுவாகக் கொடுக்கப்படுகிறது.

ஆம்ஃபிட்டமின். இப்பிரிவைச் சார்ந்த ஆம்ஃபிட்டமின், மெதாம்ஃபிட்டமின், மெத்தில் ஃபெனிடேட் ஆகிய அனைத்தும் மைய மூச்சு நரம்பு மண்டலத்தைத் தூண்டுகின்றன. இயக்க நடவடிக்கைகளை ஊக்குவித்து, மனக் கிளர்ச்சியை ஏற்படுத்துகின்றன. தளர்ச்சியைக் குறைத்துத் தூக்கமின்மையை உண்டாக்குகின்றன. ஆம்ஃபிட்டமின் பசியையும் குறைப்பதால்,

கொழுத்த உடலுக்கு மருத்துவமாகத் தரப்படுகிறது. இவை 5, 10, 15 மி.கி. மாத்திரைகளாகக் கிடைக்கின்றன.

வேண்டா விளைவுகள். கிறுகிறுப்பு, நடுக்கம், சிடுசிடுப்பு, தூக்கமின்மை, தலைவலி, படபடப்பு, குருதி அழுத்த மாற்றங்கள் முதலியன வேண்டா விளைவுகளாகும்.

சான்தீன்கள். காபி, தேயிலை, கோகோ போன்ற பானங்களில் சான்தீன்கள் (xanthines) உள்ளன. இவற்றில் காஃபீன், தியோஃபைலின், தியோபுரோமின், காஃபீன் ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவை. ஒரு கோப்பை காஃபியில் 100-150 மி.கி., தேயிலையில் 30-40 மி.கி., கோகோவில் 15-18 மி.கி., கோலாவில் 40 மி.கி. என்னும் அளவில் இவை உள்ளன.

மைய நரம்பு மண்டல ஊக்கிகளாகவும், சிறுநீர்ப் பெருக்கிகளாகவும் நுரையீரல் ஆஸ்த்துமாவுக்கு எதிராகவும், இதயக் கோளாறில் ஏற்படும் கடின மூச்சைத் தவிர்க்கவும் சான்தீன்கள் பயன்படுகின்றன. ஆஸ்பிரினுடன் கலந்து தலைவலி நீக்கியாகவும் பயன்படுத்தலாம்.

காஃபினின் அலகு 200மி.கி.; தியோபுரோமின் கால்சியம் சாலிசிலேட்டின் அலகு 500மி.கி.; தியோஃபைலின் அலகு 200மி.கி. ஆகும். தியோஃபைலினின் கரையும் உப்பான அமைனோஃபைலின், வலிகளைப் போக்கச் சிரை வழியாக 0.25-0.5 கிராம் அலகில் பயன்படுகிறது.

சான்தீன்களின் வேண்டா விளைவுகளாக நரம்புத் தளர்ச்சி, தூக்கமின்மை, பிதற்றல், மிகையான நாடித்துடிப்பு, மிகையாகச் சிறுநீர்ப் பிரிதல் ஆகியன உள்ளன.

- சாரதா கதிரேசன்

நரம்பு மண்டலக் காயம்

பொது நரம்பு மண்டலக் காயம் என்பது மூளைக் காயங்களையே குறிக்கும். அடிபட்ட உடன் உண்டாகும் நோய்க்குறிகள், மூளை நரம்புச் செல்கள் பாதிப்பாலேயே உண்டாகின்றன. எந்தவித மூளைக்காயமும், மூளையின் அசைவையும், நிலைப் பெயர்ச்சியையும் பொறுத்து மாற்றங்களை உண்டாக்குகிறது.

மூளைக்காயம் ஏற்படக் காரணங்கள். தலையில் ஏற்படும் நிலை மாற்றம் மற்றும் அதிர்ச்சி, மூளையில் சுழற்சியை உண்டாக்குவதால் மூளையில் உள்ள நரம்புச் செல்களும் நரம்புக் கம்பிகளும் இவற்றைத் தாங்கிப் பிடிக்கும் திசுக்கள், குருதிக் குழாய்களைப் பாதிக்கின்றன. நினைவு திரும்பாத நிலை ஏற்படுவது நரம்புச் செல்களில் கூடுதல் பாதிப்பாலேயே உண்டாகிறது. மேலும் மூளை உறை கபாலத்துடன் இணைந்திருக்க, மூளைத் தண்டுவட நீரில் மிதக்கும் மூளை சுருங்குவதால் இடவசதி கூடி உறையிலிருந்து மூளைக்கு வரும் குருதிக் குழாய்கள் அறுபடவும் செய்யும். கபாலத்தின் உட்பகுதியில் காணப்படும் எலும்புத் துருத்திகள், முனைகள் அசைவும் மூளையைக் குத்திக் கீறக்கூடும். போக்குவரத்து விபத்துக்குள்ளாகித் திடீரெனத் தரையில் தலை மோதும்போதும், வலிமையான ஆயுதம் கொண்டு தலையில் அடிக்கும்போதும் ஏற்படும் வேக மாற்றங்கள் மூளையை மிகுதியும் பாதிக்கும்.

மூளையின் பாதிப்புகள்

மூளை அதிர்ச்சி (cerebral concussion). மூளையின் பாதிப்பு குறைவாக இருக்கும்போது ஏற்படும் இந்நிலையில் தற்காலிகமாக மூளை இயங்காதிருந்தாலும் முற்றிலும் குணமாகக் கூடியது. மூளையில் நிரந்தரமாகப் பாதிப்பு உண்டாவதில்லை. மயக்க நிலையும் எளிதில் மாறும்.

மூளை ஊமைக் காயம் (contusion). கூடுதலான வேகத்தில் ஏற்படும் தலைக்காயத்தால் மூளையில் கூடுதலான மாற்றங்கள் தோன்றும். சிராய்ப்புக் காயங்களுடன் மூளை வீக்கமும் உண்டாகும். மூளையில் உள்ள வெண்மை, சாம்பல் நிறப்பகுதியில் மாற்றங்கள் ஏற்படும். மூளையினுள் ஏற்படும் குருதிக் கசிவு மூளை வீக்கத்தை உண்டாக்கும். பாதிக்கப்பட்ட குருதி நாளங்களில் ஏற்படும் தடை மற்றும் வீர்ப்பு (congestion) மூளை வீக்கத்தைக் கூட்டும்.

மூளைகிழிந்த காயம் (cerebral laceration). மூளை இடப்பெயர்ச்சியில் கபாலத்திலுள்ள எலும்புத் துருத்திகளில் இடித்து மூளையின் மேற்பகுதி கிழிவதோடு குருதிக் குழாய்களும் கிழிபடும். இதனால் குருதி, மூளைத் தண்டுவட நீருடன் சேரும். சில சமயங்களில் உடைந்த கபால எலும்புத் துண்டுகள் அழுந்துவதினாலும், குத்துவதினாலும் இவ்வகைக் காயம் உண்டாகும்.

தொடக்கக் கால, இரண்டாம் நிலை நோய்க் குறியியல். மூளைக்காயத்தால் உண்டாகும் நோய்க்குறியியல் மாற்றங்களை இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை வெளிக்கபால, உட்கபாலக் காரணிகள் ஆகும்.

உட்கபாலக் காரணிகள்

மூளை வீக்கம். இது பாதிக்கப்பட்ட பகுதியில் தொடங்கிச் சுற்றியுள்ள பகுதிக்குப் பரவி உட்கபால அழுத்தத்தைக் கூட்டும்.

மூளை நசிவு. தொடக்கத்தில் காயம் ஏற்பட்ட பகுதியில் தொடங்கிய நசிவு பின் உட்கபால அழுத்தம், மூளை வீக்கம் மற்றும் குருதி ஒழுக்கால் மற்றப் பகுதியையும் நசிவடையச் செய்கிறது. அறுவையின்போது நசிந்த மூளை மெதுவாக நீர்ம நிலையில் வெளியேறும். பொதுவாக நெற்றிப் பொட்டு (temporal), முன்னுச்சிப் (frontal) பகுதியைப் பாதிக்கும். இந்நசிவை அறுவையால் வெளியேற்ற உட்கபால அழுத்தம் குறையும்.

குருதிக் கட்டி. உள் மற்றும் வெளிக் குருதிக் கட்டி அறுவையால் நலமாகும். மூளையினுள் ஏற்படும் குருதி ஒழுக்கு மூளைத்தமனி கிழிவதாலும், சிறுசிறு குருதிக் குழாய் வெடிப்பதாலும் உண்டாவதுடன் மூளைப்பாதிப்பு, மூளை வீக்கம், மூளை நசிவுடன் சேர்ந்து காணப்படுவதால் அறுவையால் பெரும் பயன் விளையாது.

குருதி ஓட்ட மாற்றங்கள். உட்கபால அழுத்தத்தால் ஏற்படும் குருதி ஓட்ட மாறுதலால் மூளைக்கு ஆக்சிஜன் எடுத்துச் செல்வது குறைகிறது. இதனால் மூளை வீக்கம் மிகுதியாகிறது. மூளை பாதிக்கப்படாமல் இருக்கும்போது மூளைக்குப் பாயும் குருதி ஓட்டம் தேவைக்கு ஏற்ப மாறும் தன்மையுடையது. இந்நிலை மூளைக்காயத்தில் பாதிக்கப்படுவதுடன், காயத்தால் உண்டான வீக்கம் சிரைகளில் குருதி ஓட்டத்தைத் தடை செய்ய மூளைவீக்கம், உட்கபால அழுத்தம் கூடும்.

மூளை இறக்கம் அல்லது பிதுக்கம் (coning). பெருமூளைக்கும் சிறுமூளைக்கும் இடைப்பட்ட கூடாரத் (tentorium) துளை வழியாக அல்லது சிறுமூளை முகுளம், கபாலத் தண்டுவடத்துளை வழியாக, உட்கபால அழுத்தம் மிக அதிகம் ஆகும்போது கீழ் இறங்கி மரணத்தை உண்டாக்கும்.

- *மா.ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்*

நரம்பு மண்டல நோய் (கால்நடை)

நரம்புகள் மூலம் உடலின் பல்வேறு உறுப்புகளுக்கும் உணர்வுகள் (impulses) அளிக்கப்படுவதால், சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைக்கேற்ப உயிரினங்களால் உடலை இயக்க முடிகிறது. நரம்புத் திசுக்கள் மூலம் உணர்வுகள் அனுப்பப்படுவது பல காரணங்களால் மாறுபட்ட அளவுகளில் அதிகரிக்கவோ, குறையவோ செய்கிறது. நாள்பட்ட நிலையில் நரம்புகள் உணர்வுகளை அனுப்பாமல் செயலிழக்கின்றன.

அறிகுறிகள். நரம்பு மண்டல நோய்கள் மனநிலைப் பாதிப்பு, தவறான இயக்கங்கள், மாறுபட்ட உடற்கூறமைவு மற்றும் நடைத் தோற்றங்கள், வாதம் போன்ற அறிகுறிகளால் வெளிப்படுகின்றன.

மனநிலை. மனநிலைப் பாதிப்புகள் பித்தடைந்த தன்மையாகவும், வெறிபிடித்த தன்மையாகவும் வெளிப்படுகின்றன. பித்தடைந்த நிலையில், கால்நடைகள் சுற்றுப்புறத்தை அறிந்து கொள்ளாத வகையில் செயல்படும். கிடைக்கும் பொருள்களை யெல்லாம் மென்று கொண்டிருத்தல், நக்கிக் கொண்டிருந்தல், மிகையான ஒலி எழுப்புதல், பார்வை குறைதல், மது அருந்தியது போன்ற நடை ஆகியன இத்தகைய செயல்களாகும்.

வெறிபிடித்த நிலையில் கால்நடைகள் கட்டுப்படுத்த இயலாத வகையிலும் அச்சமூட்டும் வகையிலும் செயல்படும். இந்நிலையில் அருகில் உள்ள பிற கால்நடைகள், மனிதர்களைத் தாக்க முற்படும். இதேபோல் உணர்வுக் குறைபாடும் ஏற்படுவதுண்டு. இந்நிலையில் கால்நடைகளின் செயல்பாடுகள் குறைவாகவும், சோம்பலாகவும் தென்படும்.

தவறான இயக்கங்கள் (involuntary movements). இவ்வியக்கங்களில் வலிப்புகளும், துடிப்புகளும் அடங்கும். துடிப்புகள் எனப்படுவன கண்களால் காணக் கூடியனவாகவும், தொட்டறியக் கூடியனவாகவும் அமையும் தொடர்ச்சியான தசை அதிர்வுகளாகும். வலிப்புகள் எனப்படுவன, உடலின் ஒரு பகுதியோ உடல் முழுவதுமோ ஒரு குறுகிய காலத்திற்கு விட்டு விட்டு இழுத்தலாகும்.

மாறுபட்ட உடற்கூறமைவும், நடைத் தோற்றமும் (poisture and gait abnormalities) கால்நடைகளுக்கு, வலியின் காரணமாகவும் இயற்கைக்கு மாறான உடற்கூறமைவு ஏற்படுவதுண்டு. ஆனால் நரம்பு மண்டல நோய்களால் விளையும் மாறுபட்ட உடற்கூறமைவு தொடர்ந்து இருந்து கொண்டிருக்கும். தலையைச் சாய்த்திருத்தல், சுழற்றுதல், உதடுகள் தொங்கிக் கொண்டிருத்தல், கண்ணிமை, கன்னம் ஆகியன தொங்கிக் கொண்டிருத்தல் போன்றவை இத்தகைய உடற்கூறமைவுகளாகும். சிறுமூளை (cerebellum) பாதிக்கப்படும்போது, கால்கள் ஒத்துழைக்காமல் மாறுபட்ட நடைத்தோற்றம் தென்படும்.

வாதம். கால்நடைகள் தாம் விரும்பிய இயக்கத்தைச் செய்ய இயலாமல் போதலை இவ்வாறு குறிக்கலாம். இது நான்கு வகைப்படும்.

1. கால்நடை தானாக எழுந்து நிற்க முடியாது. அருகில் இருந்து உதவி செய்தால் எழுந்து நின்றுவிடும்.

2. கால்நடை தானாக எழுந்திருக்க முயலும். எனினும் தானாகவே பிறர் உதவி செய்தோகூட முழுமையாக எழுந்து நிற்க முடியாது.

3. கால்நடை எழுந்து நிற்கும். ஆனால் நடக்கும்போது கால்களை மிகவும் மெதுவாகவே இயக்க முடியும்.

4. கால்நடை கால்களின் சரியான ஒத்துழைப்பின்றித் துன்ப நிலையில் இயங்கும்.

நரம்பு மண்டல நோய்களை ஆய்வு செய்தல். இந்நோய்களை ஆய்வு செய்ய மனிதர்களுக்கும், நாய் மற்றும் பூனைகளுக்கும் பயன்படும் பல்வேறு முறைகள் பெரிய உருவமைப்பின் காரணமாக மாடு, எருமை, குதிரை போன்ற விலங்கினங்களுக்குப் பயன்படுவதில்லை.

பொதுவாக இத்தகைய ஆய்வினைத் தொடங்குமுன், நோயின் வரலாறு நன்கு அறியப்பட வேண்டும். அதாவது அறிகுறிகள் தொடங்கிய விதம் தன்மை, தென்பட்ட காலம், பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகளின் எண்ணிக்கை, இறப்பு மற்றும் துன்பமுறுவனவற்றின் எண்ணிக்கை, பழக்கவழக்க மாற்றங்கள் ஆகிய தகவல்கள் அறியப்பட வேண்டும்.

பின்னர், அறிகுறிகளின் தன்மைக்கேற்ப, பல ஆய்வுகள் செய்யப்படுவதுண்டு. சான்றாக, நடைத் தோற்றத்தை ஆய்வு செய்ய நடக்க வைத்தல், ஓடவைத்தல், பின்னோக்கி நடக்க வைத்தல் போன்ற ஆய்வுகளும் தசை விறைப்பை அறிவதற்குக் கால்களை நீட்டி மடக்குதல், தலையை மேலும், கீழும், பக்கவாட்டிலும் திருப்புதல் போன்ற ஆய்வு செய்யப்படுவதுண்டு.

மேலும் பாதிக்கப்பட்ட பகுதிக்கு உணர்வுகளைக் கொண்டு செல்லும் நரம்பினை அறிந்து அதனை ஆய்வு செய்வதுமுண்டு. காட்டாக, நாவடிநரம்பு (hypoglossal nerve) நாக்கிற்கு உணர்வுகளைக் கொடுக்கிறது. எனவே, நாக்கு பாதிக்கப்பட்டிருப்பின், அதை ஆய்வு செய்ய நாக்கைக் கையால் வெளியே இழுக்கலாம். அதன்பின் அந்தக் கால்நடை, தன் நாக்கை வாயினுள் அதற்குரிய இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லக் கடினப்படுவதைக் காணலாம். இவ்வாறிருப்பின் மேற்காணும் நரம்பு பாதிக்கப்பட்டிருப்பதை அறியலாம்.

நரம்பு மண்டலத்தைத் தாக்கும் நோய்கள்

இத்தகைய நோய்களை, மூளையைத் தாக்கும் நோய்கள் தண்டுவடத்தைத் தாக்கும் நோய்கள் என இருவகையாகப் பிரிக்கலாம்.

மூளையைத் தாக்கும் நோய்கள்

ஆக்சிஜன் குறைவேற்படுதல் (cerebral anoxia). ஏதோவொரு காரணத்தால் மூளைக்குப் போதுமான ஆக்சிஜன் கிடைக்காத சூழ்நிலையில் தொடக்கத்தில் எரிச்சலேற்பட்டுப் பின்னர் மூளை செயலிழந்துவிடும். மூளைநீர்க்கோப்பு, நுரையீரல் நோய்கள் போன்ற பல காரணங்களால் இந்நிலை ஏற்படுகிறது. ஓரளவேயான பாதிப்பின்போது கால்நடைகள் சோர்வாகக் காணப்படும். பாதிப்பு அதிகரிக்கும்போது நினைவிழப்பு ஏற்படும். இந்நிலை அறியப்பட்டவுடன் ஆக்சிஜன் கொடுக்க வேண்டும். பின்னர்க் காரணியை அகற்றிச் சுவாச ஊக்கிகள் கொடுக்க வேண்டும்.

படர் நீர்வீக்கம் (diffuse oedema of brain). இவ்வீக்கம் மூளையில் திடீரென்று தோன்றும். தலைக்குள் ஏற்படும் அதிக அழுத்தத்தால் விளையும் இந்நோய், பார்வையிழத்தல், தசைத்துடிப்பு, வாதம் மற்றும் வலிப்பு போன்ற அறிகுறிகளைக் கொண்டிருக்கும். இந்நோய் மூளைக்கட்டி, மூளையில் குருதிப்பெருக்கு, விபத்துக் காயங்கள் போன்ற பல்வேறு காரணங்களால் ஏற்படுகிறது. மூல காரணியை அறிந்து இந்நோய்க்கு மருத்துவம் அளிக்கவேண்டும்.

மூளை நோயுறுதல் (encephalitis). பல்வேறு நுண்ணுயிரிகளால் பாதிக்கப்படும்போது இந்நோய் ஏற்படுகிறது. இதனால் பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகள் காய்ச்சல், பசியின்மை, சோர்வு, மிகை இதயத்துடிப்பு ஆகியவற்றுடன் காணப்படும். தொடக்கத்தில் பித்துப்பிடித்தது போல் காணப்பட்டுப் பின்னர்க் கட்டுப்படுத்த இயலாத அளவில் குருட்டுத்தனமாக மோதுதல் போன்ற வெளித் தன்மைகளுடன் காணப்படும். இதன்பின் நரம்புகள் செயலிழப்பதால் தலையை ஒருபுறமாகச் சாய்த்தல் வட்டமாக நடத்தல் இயல்புக்கு மாறான உடற்கூறமைவு போன்ற அறிகுறிகள் தென்படும்.

பாதித்திருக்கும் நுண்ணுயிரியைப் போக்கும் மருத்துவமளிப்பதோடு வெறித்தன்மையைக் குறைக்க மயக்க மருந்துகளும், பின்னர் நரம்பு மண்டல ஊக்கிகளும் கொடுக்கப்பட வேண்டும்.

மூளை அழுகல் நோய் (encephalomalcia). பாதிக்கப்பட்ட கால்நடையின் மூளை, திண்மை குறைந்து மென்மையாகிப் போகும். கல்லீரல் நோய்களால் குருதியில் அம்மோனியா அதிகரித்தல், தாவர நச்சுப் பொருள்கள், ஆட்டினங்களில் தயமின் எனும் வைட்டமின் பற்றாக்குறை, தாதுப் பொருள்கள் பற்றாக்குறை போன்ற காரணங்களால் இந்நோய் ஏற்படுகிறது. தொடக்கத்தில் தசைத் துடிப்பு, வலிப்பு போன்ற அறிகுறிகள் தோன்றும், பின்னர் பல அளவுகளில் வாதத்தால் பாதிக்கப்படுவதோடு சோர்வு, பார்வையிழத்தல், முடிவில் நினைவிழத்தல்

போன்றவையும் காணப்படும். இந்நோயுற்ற கால்நடையைச் சீராக்க இயலாது.

மூளைக் காயங்கள் (traumatic injuries). மூளைக் காயங்களால் மூளை பாதிக்கப்படும்போது பாதிக்கப்பட்ட இடம் மற்றும் அளவைப் பொறுத்து முதலில் அதிர்ச்சியும், பின்னர் இறப்பு, குணமாதல் அல்லது குணமான பின்னும் நரம்புக் குறிகள் தென்படுதல் ஆகியவையும் காணப்படும். இத்தகைய தலைக்காயங்கள் விபத்து, குழியில் விழுதல், மின்னல் தாக்கத்தால் விளையும் வெறிச்செயல், மின்தாக்கு, கன்று ஈனும்போது தானாக மூளையில் விளையும் குருதிப்பெருக்கு ஆகியவற்றால் ஏற்படக்கூடும். சிலமணி நேரத்தில் நினைவு திரும்பும் கால்நடைகளின் வீக்கத்திற்கும் காயத்திற்கும் மருத்துவம் அளிக்கலாம். நினைவின்மை ஆறு மணி நேரத்தைத் தாண்டுமாயின் அக்கால்நடை இறக்கக்கூடும்.

மூளைக்கட்டிகள் (brain abcess). ஓராண்டு முதிர்ந்த கால்நடைகளில் மூளைக்கட்டிகள் எளிதில் தோன்றும். அறிகுறிகள் கட்டிகள் அமைந்துள்ள இடத்தைப் பொறுத்து மாறுபடும். இத்தகைய கட்டிகள் அக்டினோமைகோசிஸ் (actinomycosis) போன்ற நோய்களால் மாட்டினங்களுக்கும் கிளாண்டர்ஸ் (glanders) போன்ற நோய்களால் குதிரைகளுக்கும் ஏற்படுகின்றன. இக்கட்டிகள் தனித்தோ, இணைந்தோ காணப்படும். அவை இருக்குமிடத்தில் அழுத்தத்தை உண்டாக்கி எரிச்சலை உருவாக்கும். பின்னர் அவ்விடத்தில் நரம்புத் திசுக்கள் அழிவதால் செயலிழப்பு ஏற்படும்.

நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பு மருந்துகள் மூலம் கட்டிகளைக் குணப்படுத்த இயலும். ஆயினும் கட்டிகள் தலைக்கு உள்ளே இருப்பதால் மருத்துவம் அளிப்பது கடினமாகும்.

மூளைப்புற்று (neoplasrn of brain). மூளையில் தோன்றும் புற்றுகள், மூளைக் குழியிலுள்ள அழுத்தத்தை அதிகரிப்பதோடு, அப்பகுதியில் உள்ள நரம்புத் திசுக்களை அழிக்கவும் செய்கின்றன. இத்தகைய புற்றுகள் தோன்றியுள்ள இடம், வளர்ச்சி வேகம், வளர்ச்சியின் அளவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அறிகுறிகள் மாறுபடும். பொதுவாக வலிப்பு, தசையிழுப்பு, சோர்வு, அதிர்ச்சி ஆகியவை தென்படும். மேலும் வட்டமாக நடத்தல் தலையை ஒருபுறம் சாய்த்தல் ஆகியவையும் இருக்கும். முடிவில் நடைதடுமாறி வாதமேற்பட்டுக் கால்நடை படுத்துவிடும். இந்நிலையில் வெறித்தன்மையும் காணப்படும். இந்நோய்க்கு அறுவையே ஓரளவு பயனளிக்கும்.

ஏனைய நோய்கள். பல்வேறு தாவர, வேதி நச்சுப் பொருள்களாலும் வளர்சிதைமாற்றக் குறைபாட்டாலும் பல வழிகளில் நரம்பு மண்டல இயக்கங்கள் பாதிக்கப்படுவதுண்டு.

தண்டுவட நோய்கள்

அடிபடுதல். வாகனங்களில் அடிபடுதல், குதித்து விழுதல், மின்னல் தாக்குதல், உருண்டைப்புழுக்களின் தாக்குதல் போன்ற பல்வேறு காரணங்களால் தண்டுவடம் பாதிக்கப்படுவதுண்டு. அவ்வாறு பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகளுக்கு உடனடியாக, அடிபட்ட இடத்திற்குப் பின்பகுதியில் வாதமேற்படும். அங்குள்ள நரம்புகளுக்கு உணர்வளிக்கும் பகுதியும் பாதிக்கப்படும்.

தண்டுவடம் அழுத்தப்படுதல். ஆட்டினங்களில் வால்வெட்டிய காயங்கள், பன்றிகளால் கடிபட்ட காயங்கள், கட்டிகள் போன்ற பல காரணங்களால் தண்டுவடம், முதுகெலும்புத் துளைக்குள் அழுத்தப்படுவதுண்டு. இவ்வாறு தண்டுவடம் அழுத்தப்படுவதால் மெதுவாக வாதம் தோன்றும்.

பிற நோய்கள். தண்டுவடம் நோயுறுதல் (myelitis), தண்டுவடம் அழுகல் (myelonalacia), தண்டுவட மெனிஞ்சைட்டிஸ் போன்ற பல நோய்கள் தண்டுவடத்தைப் பாதிப்பதுண்டு.

இவை தவிரப் பல்வேறு பிறவிக் குறை நோய்களும் மூளை மற்றும் தண்டுவடத்தைப் பாதிக்கின்றன.

- ஆர். கோவிந்தராஜு

துணைநூல். D.C. Blood, O.M. Radostits and J.A. Henderson, *Veterinary medicine,* Sixth Edition, ELBS, London.

நரம்பு மண்டல நோய் (மருத்துவம்)

பெரு நரம்பு மண்டல நோய்களைத் தொற்றினால் வரும் நோய்கள், காயங்களினால் வரும் நோய்கள், புற்றுக் கட்டிகளினால் வரும் நோய்கள், குருதிக் குழாய்களில் ஏற்படும் மாற்றங்களால் வரும் நோய்கள், நசிவினால் வரும் நோய்கள் என ஐவகையாகப் பிரிக்கலாம்.

பாரம்பரியமாகவோ, பிற நோய்களாலோ வரும் மூளையின் வளர்சிதை குறைபாட்டு நோய்கள் மூளையைத் தாக்கிப் பல்வேறு நோய்க் குறிகளைத் தோற்றுவிக்கும்.

மது, போதை, தூக்கமாத்திரை, பாம்பு, தேள் பூச்சிகளின் நச்சு, உலோக நச்சு, புற்றுக்காகக் கொடுக்கப்படும் மருந்து, தொழிற்சாலைகளில் உண்டாகும் நச்சு முதலியவை மூளையைப் பாதித்து வெவ்வேறு நோய்க்குறிகளை உண்டாக்கும்.

பிறவியில் தோன்றும் கபால மற்றும் மூளைத் தண்டுவடக் குறைபாடுகள் மூளை இயக்கமின்மை, சிறு கபாலம், கபாலமே உருவாகாமை, மூளை மற்றும் உருவ வளர்ச்சிக் குறைபாடுகள், நாளமில்லாச் சுரப்பிகளினால் உண்டாகும் குறைபாடுகள் ஆகியன மூளையைப் பாதிக்கும்.

- மா.ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

நரம்பு மண்டலம் (விலங்கியல்)

விலங்கினங்களின் உடலின் பல்வேறு பகுதிகளையும், அவற்றைச் சார்ந்த உறுப்புகளின் செய்கைகளையும் கட்டுப்படுத்தும் இன்றியமையா அமைப்பு நரம்பு மண்டலமாகும். ஓர் உயிரி, தான் வாழும் சூழ்நிலையின் பல தூண்டுதல்களுக்கு ஏற்பச் செயல்படுவதில் நரம்பு மண்டலம் அடிப்படையாகிறது. சூழ்நிலையின் தூண்டுதலை உணரும் நரம்புச் செல்கள், அக்குறிப்பினைத் தகுந்த இயக்க உறுப்புகளுக்குக் கடத்தித் தகுந்தமுறையில் செயல்படச் செய்கின்றன. இயக்க உறுப்புகள் தசைகளாகவோ, சுரப்பிகளாகவோ இருக்கலாம். தூண்டுதலுக்கேற்பத் தசைகள் சுருங்கி விரியவும், சுரப்பிகள் சுரக்கவும் செய்கின்றன. ஒரு செல் உயிரிகளின் (unicellular organisms) மிக எளிய முறையில் காணப்பட்ட உணர்வுத் தூண்டுதல் அமைப்பு முறையே உயிரிகள் உருவிலும் செயலிலும் படிமலர்ச்சியடைந்து நரம்பு மண்டலமாகிறது.

ஓர் உயிரியின் பல்வேறு உறுப்புகளின் தசைகள் சுருங்கி விரியவும், சுரப்பிகள் சுரக்கவும், இதயம் துடிக்கவும், வளர்சிதை மாற்றம் செயல்படவும் நரம்பு மண்டலம் உதவுகிறது. மேம்பட்ட உயிரிகளின் சில செல்கள் சிறப்படைந்து உணர்வு வாங்கிகளாக மாறியுள்ளன. இந்த உணர்வு வாங்குறுப்புகள் உடலின் அகத்திலும் புறத்திலும் காணப்படலாம். உடலில் நடைபெறும் மாற்றங்களை அவை உணர்ந்து, குறிப்புகளைத் தூண்டுதல்களாக மைய நரம்பு மண்டலத்திற்குச் செலுத்துகின்றன. உணர்வுத் தூண்டு தலுக்கேற்பச் செயல்படும் கட்டளை, மைய நரம்பு மண்டலத்திலிருந்து இயக்க உறுப்புகளுக்கு உணர்வலைகள் மூலம் கடத்தப்பட்டுச் செயல் நடைபெறுகிறது.

நரம்பு மண்டலம் செயல்படும் முறையை, அஞ்சல், தந்தி, தொலைபேசி அலுவலகங்களின் செயல்முறைகளுக்கு ஒப்பிடலாம். செய்தி ஓர் இடத்திலிருந்து அனுப்பப்படும்போது, அது மைய அலுவலகத்தில் வாங்கப்பட்டு செய்தி செல்ல வேண்டிய இடத்திற்கும், உரியவருக்கும் எடுத்துச் செல்லப்படுவது போன்றே நரம்பு மண்டலமும் திறம்படச் செயல்படுகிறது.

பல்வேறு உயிரினங்களின் அமைப்பிலும் செயலிலும் மேம்பாடு அடைந்தமைக்கேற்ப நரம்புமண்டலமும் படிப்படியாகச் சிறப்படைந்துள்ளது. முதல் உயிரிகள் அல்லது ஒரு செல் உயிரிகளான அமீபா, பாரமேசியம் இவற்றில் நரம்புச் செல்கள் எனத் தனி அமைப்பு இல்லை. இருப்பினும், தாம் வாழும் சூழ்நிலைக்கேற்பச் செயல்படவும், மாற்றங்களை உணரவும் இவற்றால் முடியும். சான்றாகத் தம் உணவை நோக்கிச் செல்லவும், செல்லும் பாதையிலுள்ள தடையை விலக்கிச் செல்லவும், தீங்கு விளைவிக்கும் வேதிப் பொருள்களைத் தவிர்த்துச் செல்லவும் இவற்றால் முடியுமென்பது நிறுவப்பட்டுள்ளது.

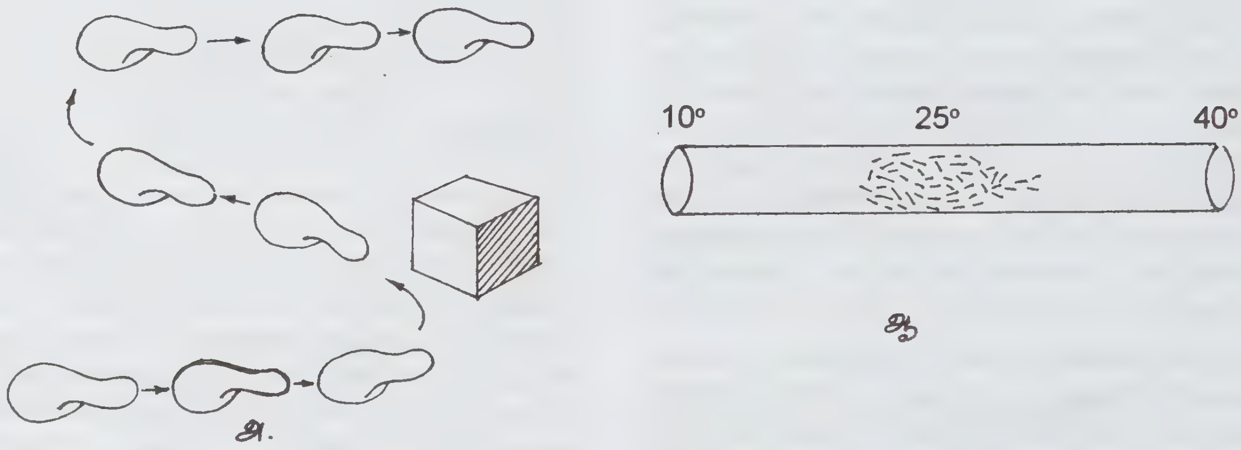
அமீபாவின் இச்செய்கைக்கு அதன் சிறப்படைந்த பிளாஸ்மாவே காரணம் என்று அறியப்பட்டுள்ளது. ஆனால் குற்றிழையுடைய உயிரியான பாரமேசியத்தில் அதன் உணவுப் பாதையின் அருகே காணப்படும் மைய அமைப்பே உணர்வுத் தூண்டுதல்களுக்குக் காரணம் எனவும் நிறுவப்பட்டுள்ளது. இந்த மைய அமைப்பைச் சோதனை முறையில் அகற்றும்போது அதன் உடலிலுள்ள குற்றிழைகள் சீராகச் செயல்படுவது தடைப்படுகிறது. எனவே, மைய அமைப்பே நரம்பு மண்டலத்திற்கேற்ப ஒரு செல் உயிரிகளில் செயலாற்றுகிறது என்பது தெளிவாகிறது. மைய அமைப்பு ஒரு தனிச் செல்லாக இராது. இதுவும் புரோட்டோப்பிளாசத்தின் சிறப்படைந்த அமைப்பேயாகும். மேலும், இந்த அமைப்பே உயர் விலங்குகளின் நரம்புச்செல், நரம்பு மண்டலம் இவற்றின் அடித்தளமாகும்.

இரட்டை அடுக்குப் படலத்தாலான குழியுடலிகளில் மிக எளிமையான நரம்பு மண்டலம் காணப்படுகிறது. ஹைட்ரா, ஜெல்லிமீன், கடல் சாமந்தி இவற்றின் புற அடுக்குப் படலத்தின் அடித்தளத்தில் சுருங்கி விரியக்கூடிய நுண்ணிழைகள் காணப்படுகின்றன. மேலும் புற அடுக்குப் படலத்தின் செல்களிடையே ஒரு சில இடைச்செல்கள் மாறுபாடு அடைந்து உணர்ச்சிச்

செல்களாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் இழைகள் இரண்டு அடுக்குப் படலத்தினிடையே காணப்படும் கூழ்போன்ற அமைப்பில் (mesoglea) ஓர் இழையையும் புற அடுக்குப் படலத்தின் அடிப்பகுதிக்கு மற்றோர் இழையையும் செலுத்தும். இத்தகைய அமைப்பு உடற்பரப்பு முழுமையிலும் பரவி வலைப்பின்னல் (net work) போன்ற தோற்றத்தை அளிக்கிறது. இந்த நரம்பு வலைப்பின்னலில் மூவகையாக நரம்புச் செல்கள் காணப்படுகின்றன. அவை ஒரு துருவ நரம்புச் செல், இருதுருவ நரம்புச் செல், பலதுருவ நரம்புச்செல் எனப்படும்.

முட்தோலிகளான நட்சத்திரமீன், கடல் வெள்ளரி, கடல் அர்ச்சின் முதலியவற்றிலும் குழியுடலிகளில் காணப்படுவது போன்றே வலைப்பின்னல் போன்ற நரம்பு மண்டலம் உள்ளது. ஆனால் இவற்றின் ஒருசில மையப்பகுதிகளில் நரம்பு வலைப்பின்னலைச் சார்ந்த நரம்புச் செல்கள் நெருக்கமாக அமைந்து நரம்புவடமாக (nerve strand) அமையும். நட்சத்திர மீன்களின் வாய்க்குழியைச் சூழ்ந்து ஐங்கோண வடிவச்சுற்று நரம்புவளையம் காணப்படுகிறது. இவற்றின் ஆர விளிம்புகளிலிருந்து ஒவ்வோர் ஆரக் கைக்கும் ஆர நரம்பு (radial nerve) செல்கிறது. இந்த முக்கிய நரம்பு அமைப்பிலிருந்து வலை போன்ற நரம்பு அமைப்பு உடலின் புறப்பகுதிகளையும் குழற்கால் உறுப்புகளையும் இணைக்கும் வகையில் காணப்படுகிறது.

இருசமச்சீர் (bilateral symmetry) கொண்ட தட்டைப் புழுக்களில், குறிப்பாகப் பிளனேரியாவில் இரட்டை நரம்புச் செல் திரள் (ganglia) உடலின் முன் பகுதியில் காணப்படுகிறது. இதுவே தலை நரம்புச் செல்திரள் அல்லது தொன்மையான மூளை எனப்படும். இதிலிருந்து இரண்டு நரம்புவடம் உருவாகி உடலின் கீழ்ப்புறமாக உடலின் பின்முனைப்பகுதி வரை செல்கிறது. இந்த இரட்டை நரம்புவடம் ஒரே சீரான இடைவெளியில் பல குறுக்கு இணைப்பு நரம்புகளைப் பெற்று விளங்குகிறது. மேலும் ஏணி போன்ற தோற்றத்தை நரம்பு மண்டலத்திற்கு அளிக்கிறது. தலை நரம்புச் செல் திரளிலிருந்து பல குறு நரம்பிழைகள் தலைப்பகுதியில் அமைந்துள்ள உணர் உறுப்புகளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இத்தகைய நரம்பு மண்டலம்

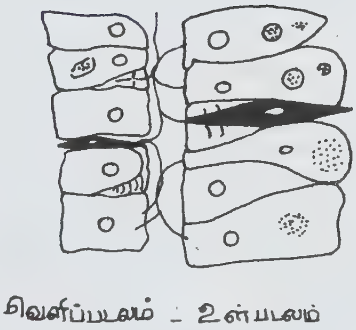


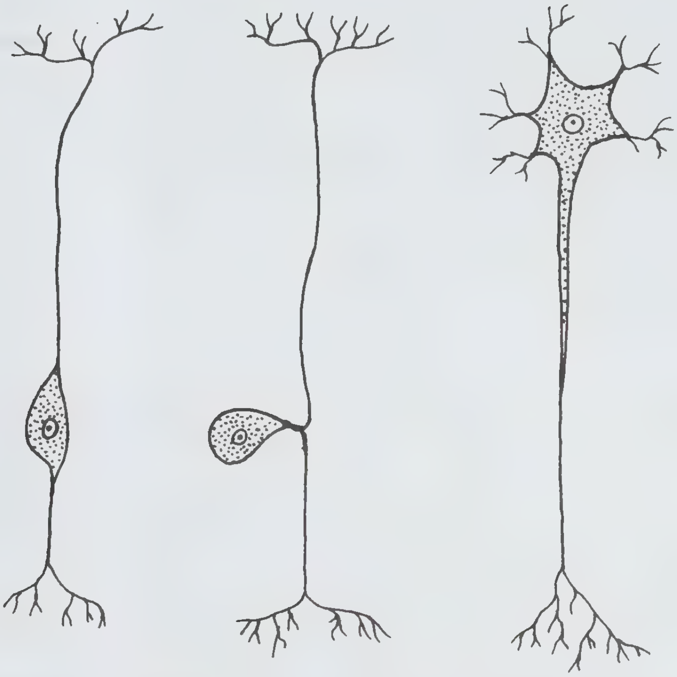
அ. பரமேசியம் தான் செல்லும் பாதையில் உள்ள பொருள்களை விலக்கிச் செல்லுதல்

ஆ. பரமேசியம் மிகத்தாழ்ந்த வெப்பத்தையும் உயர்ந்த வெப்பத்தையும் தவிர்த்து 25°C இல் கூட்டமாகக் காணப்படல்.

தொன்மையான மெல்லுடலிகளிலும், கணுக்காலிகளிலும் காணப்படுகிறது.

வளைதசைப் புழுக்களான மண்புழுக்களின் ஒவ்வொரு கண்டத்திலும் (segment), நரம்புச் செல்திரள்

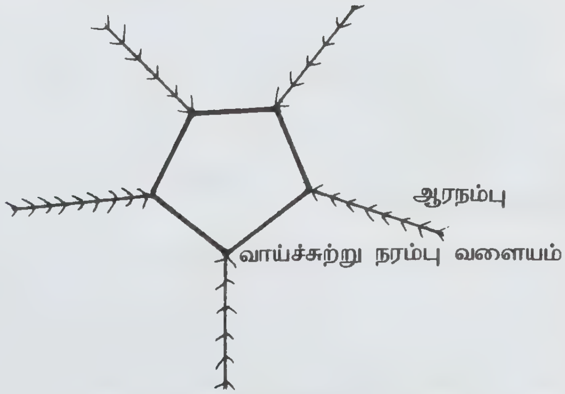




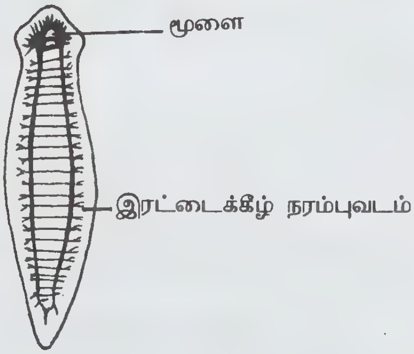
ஒரு துருவ நரம்புச் செல், இருதுருவ நரம்புச்செல், பலதுருவ நரம்புச்செல்.

ஹைட்ராவின் நரம்பு வலைப்பின்னல்

படம் 2.



படம் 3. நட்சத்திர மீனின் வாய்ப்பகுதி நரம்புகள்



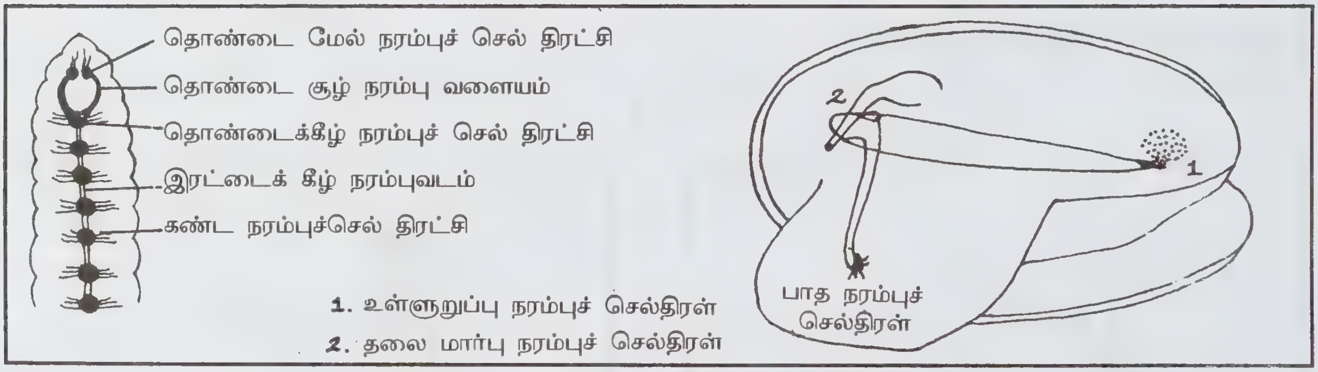
படம் 4. தட்டைப்புழுவின் ஏணி போன்ற நரம்பு மண்டலம்

காணப்படுகிறது. இதில் இரண்டாம் கண்டத்தில் தொண்டைக்குழிக்குமேல் காணப்படும் நரம்புச்செல் திரட்சி, மூளையாகச் செயல்படுகிறது. இது தொண்டைக்குழிக்குக் கீழ் நரம்புச் செல்திரளுடன் தொண்டைக்குழல் சுற்று நரம்பு வளையத்தால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. தொண்டைக்குழிக்குக் கீழ் நரம்புச் செல் திரளிலிருந்து உடலின் பின்முனைப்பகுதி வரை இரட்டைக் கீழ் நரம்புவடம் (double ventral nerve cord) செல்கிறது. இவை ஒவ்வொரு கண்டத்திலும் இணைந்து கண்டநரம்புச்செல் திரளாகக் காணப்படும். ஒவ்வொரு நரம்புச்செல் திரளிலிருந்தும் உணர் நரம்புகள் (sensory nerves) செயல் நரம்புகளுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளன.

மெல்லுடலிகளின் (mollusca) நரம்புமண்டலம் பெரும்பாலும் நரம்புச்செல் திரள்களையும், இணைப்பு நரம்புகளையுமே பெற்றுள்ளது. பெரும்பாலான நரம்புச்செல் திரள்கள் உணவுக்குழல் பகுதியைச் சூழ்ந்தே காணப்படுகின்றன. இருசிப்பியுடை (bivalves) மெல்லுடலிகளான நன்னீர்மட்டிகளில் வாயின் இருபுறமும் உணவுக்குழலின் அருகில் இரு நரம்புச்செல் திரள்கள் காணப்படுகின்றன. தலை - மார்பு நரம்புச்செல் திரள்கள் (cerebro pleural ganglion) எனப்படும் இவை உடலின் பின்முனைப்பகுதியில் தகட்டசைவுத் தசையின் கீழ் அமைந்துள்ள உள்ளுறுப்பு நரம்புச்செல் திரளுடனும்,

சேர்க்கையால் உண்டான மூளை காணப்படுகிறது. முதன் முறையாக இவை குருத்தெலும்பாலான கபாலம் போன்ற அமைப்பால் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் மூளைப் பகுதி இயக்கு நரம்பு மையமாகவும் உணர்ச்சி மையமாகவும் செயல்படுகிறது. இவற்றின் சிறப்படைந்த மூளையின் அமைப்பே அவற்றின் சுற்றறியும் உணர்விற்கு அடிப்படைக்காரணமாகும். முதன் முறையாகப் பரிவு நரம்பும் (sympathetic nerve) இவற்றில் காணப்படுகிறது.

கணுக்காலிகளில் இருசமச்சீர் கொண்ட இரட்டை நரம்புவடம் காணப்படுகிறது. இவற்றின் நரம்புச்செல் திரளாலான மூளையை மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை புரோட்டோ செரிபிரம், மேற்பெருமூளை (dentocerebrum), டிரைட்டோ செரிபிரம் (tritocerebrum) எனப்படும். இப்பகுதிகளே மார்புக்கண்ட நரம்பணுத்திரளின் செயன்மையையும் வயிற்றுப்புற நரம்பணுத் திரளின் செயன்மையையும் கட்டுப்படுத்துகின்றன. முதல் முதுகு நாணுள்ளவையில் முதுகெலும்பற்றவை, முதுகெலும்புள்ளவை ஆகியவற்றில் இடைநிலை நரம்புமண்டலம் காணப்படுகிறது. ஆம்பியாக்சசில் எளிமையான நரம்பு நாண் காணப்படுகிறது. தெளிவான மூளை அமைப்பு கிடையாது. சற்றே விரிவடைந்த நரம்பு நாணின் முன்மூளைப்பகுதியிலிருந்து உணர்ச்சி உறுப்புகளுக்கு நரம்பு இழை செல்கிறது.



படம்.5.6 நன்னீர் மட்டியின் நரம்பு மண்டலம்

பாதத்திலுள்ள பாத நரம்புச்செல் திரளுடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

மெல்லுடலிகளைச் சார்ந்த தலைக்காலிகளான (cephalopoda) கணவாய் மீன் (sepia), ஆக்டோபஸ் முதலியவற்றின் நரம்புமண்டலம் மற்ற முதுகெலும் பற்றவையைவிடச் சிறப்படைந்துள்ளது. இதன் உணவுக்குழலைச் சூழ்ந்து பல நரம்பணுத் திரள்களின்

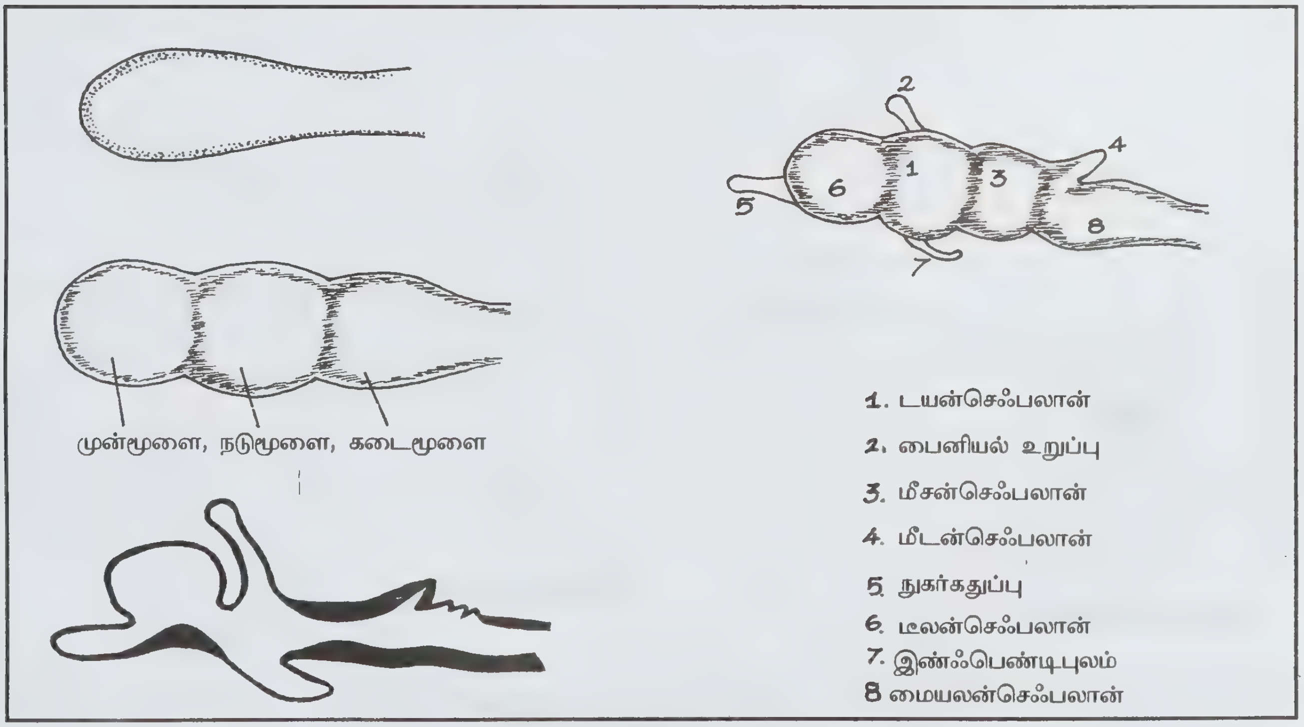
விலங்குகளின் படிமலர்ச்சியின்போது, உடலமைப்பு விரிவடைந்து உடலின் பெரும்பாலான உணர்ச்சி உறுப்புகள் உடலின் முன்புறம் அமைந்து தலைப்பகுதியாகச் சிறப்படையும்போது மூளையின் அமைப்பிலும், வளர்ச்சியிலும், நரம்பு மண்டலத்திலும் பெரும் மாற்றங்கள் நிகழ்ந்துள்ளன. இந்நிலையினைப் பெரும்பாலான முதுகெலும்புள்ளவையில் காணலாம்.

முதுகெலும்புள்ளவையின் நரம்புமண்டலத்தை மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை மூளையும் தண்டுவடமும் கொண்ட மைய நரம்புமண்டலம் (central nervous system), மூளை நரம்புகளும் தண்டுவட நரம்புகளும் கொண்ட புற நரம்பு மண்டலம், (peri pheral nervous system), உள்ளுறுப்பு அல்லது தானியங்கி நரம்பு மண்டலம் (visceral or autonomous nervous system) என்பன.

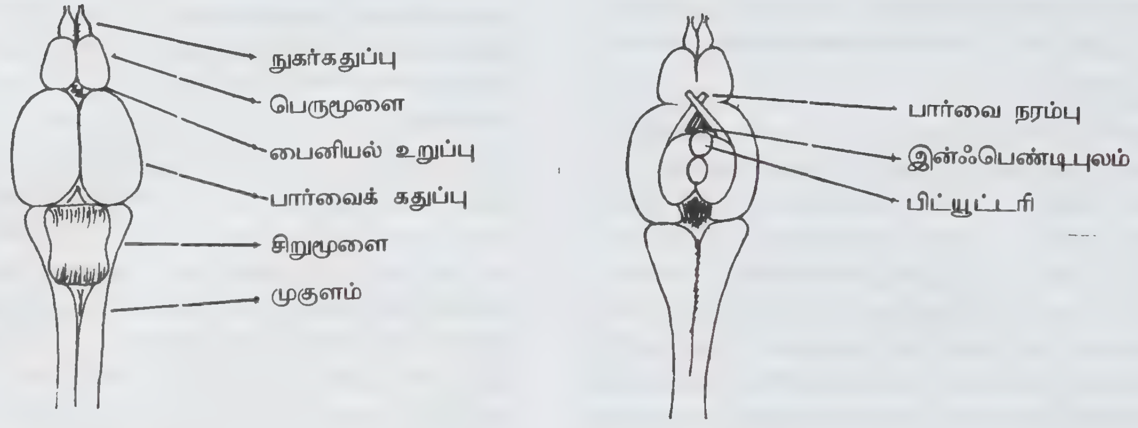
மீன்கள் முதல் பாலூட்டிகள் வரை அனைத்து முதுகெலும்புள்ளவையிலும் நரம்பு மண்டலம் ஒரு பொது அடிப்படை அமைப்பைக் கொண்டே விளங்குகிறது. நரம்பு மண்டல வளர்ச்சியின் தொடக்கத்தில் முதுகெலும்புள்ளவையில் தோன்றிய நரம்புக் குழல், முன்முனைப்பகுதியில் எளிய புடைப்பைத் தோற்றுவித்துத் தொன்மை மூளையாக (encephalon) மாறி மூளையின் வளர்ச்சிக்கு வித்திட்டது. நாளடைவில் இந்த எளிய அமைப்பில் இரு சுருக்கங்கள் தோன்ற அவை முன்மூளை, நடுமூளை, கடைமூளை என மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டன. இம்மூன்று பகுதிகளே உயிரினங்கள் மேம்பாடு அடைந்ததற்கேற்ப, பல்வேறுவகையில் மாறுபட்டுச் செல்வழிச் சிறப்படைந்து மிகச் சிக்கலான, கணிப்பொறிகளுக்கும், மேலாகக் கருதப்படும் சிறப்பான பாலூட்டிகளின் மூளை நிலைவரை மாறுபாடு அடைந்துள்ளன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

முதுகெலும்புள்ளவையின் மூளையைச் சுற்றிலும் உள்ள மூளை சூழ் உறை, பாதுகாப்பாக விளங்குகிறது. இது மண்டை ஓட்டுச் சுவர்ப் படலம் (durameter) மென்மையான மூளைப்பகுதிப் படலம் (piameter), இவ்விரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட சூழ்ப்படலம் (arachnoid membrane) ஆகிய மூவகைப் படலத்தைக் கொண்டது.

முன் மூளை. முன்மூளைப்பகுதி மேலும் இரண்டாகப் பிரிந்து முன்பகுதி டீலன்செஃபலான் (telencephalon) என்றும் பின்பகுதி டயன்செஃபலான் (diencephalon) என்றும் மாறுபாடு அடையும். டீலன்செஃபலான் பக்கவாட்டில் நன்கு வளர்ச்சியடைந்து பெருமூளை (cerbral hemisphere) எனப்படுகிறது. அதன் கீழ்ப்புற முன்பகுதி நுகர்கதுப்புகளாக (olfactory lobes) வளர்ச்சியடைந்துள்ளது. மேம்பாடடைந்த விலங்கு மூளையின் சிறப்புக்கு இப்பகுதியே அடிப்படைக் காரணமாகும். மீன்களிலும், நீர் நில வாழ்வனவற்றிலும் இப்பகுதி, நுகரும் செயலை மட்டும் கட்டுப்படுத்துகிறது. பறவைகளிலும், பாலூட்டிகளிலும் பெருமூளையின் மேல்பகுதி முழுமையும் சிறப்பாக வளர்ச்சியடைந்து பெருமூளைப் புறணியாக (cerebral cortex)

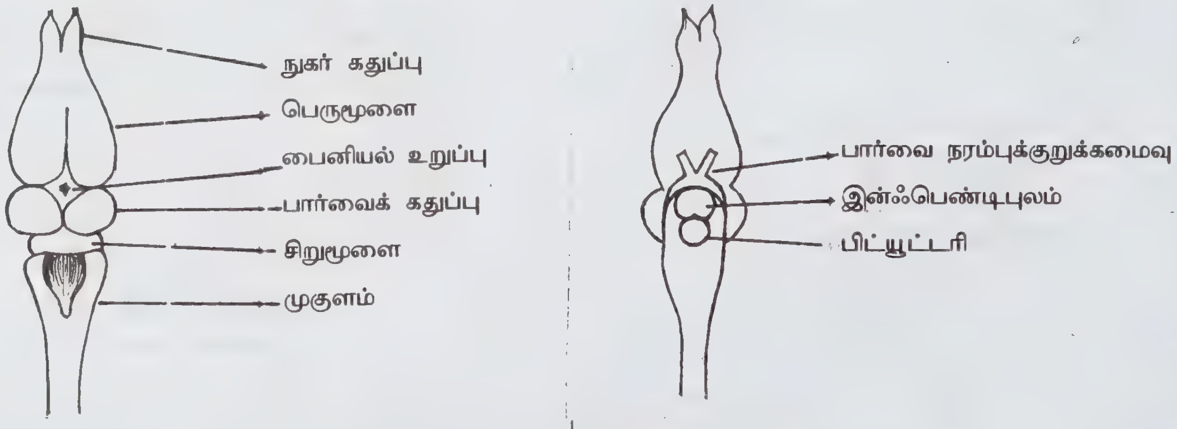


படம் 7. மூளையின் வளர்ச்சி



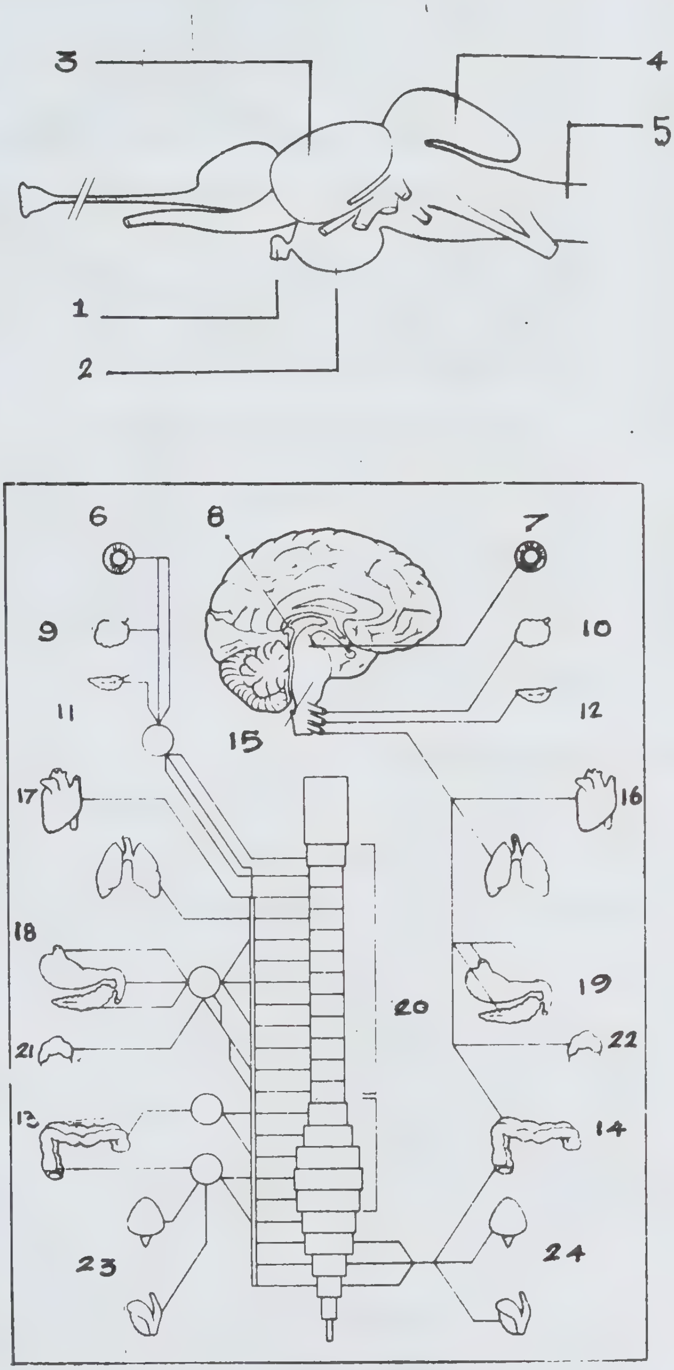
மேல்புறத் தோற்றம் **கீழ்ப்புறத் தோற்றம்**

படம் 8. மீனின் மூளை



மேல்புறத் தோற்றம் **கீழ்ப்புறத் தோற்றம்**

படம்.9. தவளையின் மூளை



1. பிட்யூட்டரி
2. கீழ் உறை
3. பார்வைக்குமிழ்
4. முன் மூளை
5. நடு மூளை
6. பரிவு நரம்பு
7. பகுதிப்பரிவு நரம்பு
8. நடுமூளைப் பகுதி

9, 10. கண்ணீர்ச் சுரப்பி

11, 12 உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி

13, 14 குடல்

15. கடை மூளை

16, 17. இதயம்

18, 19 கணையம்

20. கழுத்து நாண்

21, 22. சிறுநீரகம்

23. பாலுறுப்பு

24. இடுப்பு நரம்பு

நரம்பு மண்டலம்

விளங்குகிறது. இப்பகுதி பறவைகளில் நுகரும் தன்மையையும், அதனுடன் இணைந்த பல செயல்களையும் கட்டுப்படுத்துகிறது. மேலும் பாலூட்டிகளில் நுகரும் தன்மை, இனம் பிரித்துணர்தல், நினைவு ஆற்றல், தெளிவான செய்கை, இடப்பெயர்ச்சி, அறிவுக் கூர்மை, தொடு உணர்ச்சி, தசை அசைவு, தட்பவெப்பநிலையை உணரும் தன்மை முதலியவற்றையும் கட்டுப்படுத்துகிறது.

டயன்செஃபலான் பகுதியின் மேற்புறம் பைனியல் உறுப்பு (pineal body), பெரைட்டல் உறுப்பு (parietal body), ஹைப்போதலாமஸ் (hypothalamus), பார்வை நரம்புக் குறுக்கமைவு (optic chiasma), பிட்யூட்டரி சுரப்பி (pituitary gland), இன்ஃபெண்டிபுலம் (infundibulum) போன்ற உறுப்பும் பிரிந்துள்ளன.

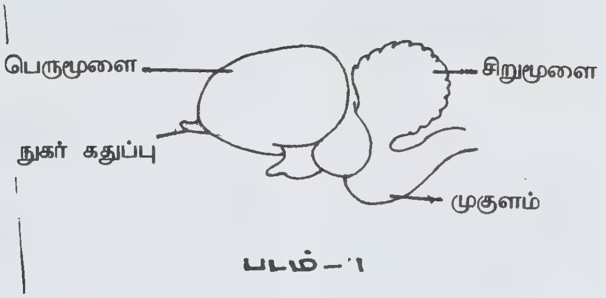
நடு மூளை. நடுமூளை, பெருமளவு மாற்றமடைய வில்லை. இப்பகுதியின் பக்க மேல்பகுதிகளில் புடைப்புத் தோன்றிப் பார்வைக் கதுப்புகளாக (optic lobes) மாறியுள்ளது. குரூரா செரிபிரி (crura cerebri) என்னும் இதன் கீழ்ப்பகுதி, நடுமூளையையும் கடைமூளையையும் இணைக்கும் நரம்புத் தடமாக உள்ளது. கடைமூளையின் முன்பகுதி சிறுமூளையாகவும் (cerebellum), பின்பகுதி முகுளமாகவும் (medulla oblongata) மாறுபாடு அடைந்துள்ளன. இந்த முகுளப் பகுதியே தொடர்ந்து தண்டுவடமாகப் பின்மூளைப்பகுதி வரை செல்கிறது. சிறுமூளை பெரும்பாலும் சமநிலைப்படுத்தும் செல்களைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

மீனின் மூளை மிகுந்த வளைவுகளின்றி நேராகக் காணப்படுகிறது. மீனின் முன்மூளைப்பகுதியில் குறுகிய நுகர் கதுப்பு, உருவில் சிறிய பெருமூளையுடன் நெருக்கமாகக் காணப்படுகிறது. மயன்செஃபலான் பகுதி வளர்ச்சி குன்றியும் நடுமூளையின் பார்வைக் கதுப்பு நன்கு வளர்ச்சியடைந்தும் காணப்படுகின்றன.

தவளையின் மூளையும் வளைவின்றி நேராகக் காணப்படுகிறது. இதில் நுகர்கதுப்பு நெருங்கி இணைந்தும், பெருமூளை உருளை வடிவிலும் காணப்படுகின்றன. டயன்செஃபலான் நன்கு வளர்ச்சியடைந்தும் பைனியல் உறுப்பு வளர்ச்சி குன்றியும் உள்ளன. பார்வைக்கதுப்பு நன்கு வளர்ச்சியடைந்தும் சிறுமூளை வளர்ச்சியடையாமலும் முகுளத்தின் முன்புறம் குறுகியும் காணப்படும்.

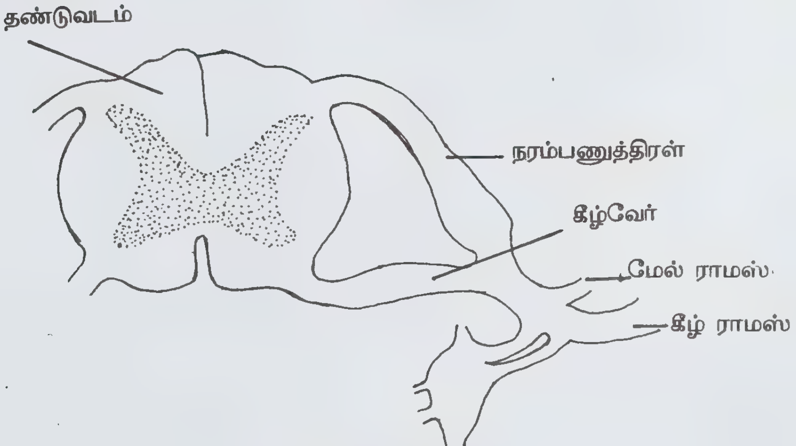
மூளையின் வளர்ச்சியும் பாகுபாடும்

முதல் பிரிவு	இரண்டாம் நிலை	தோன்றிய பகுதிகள்
	டீலன்செஃபலான்	நுகர் கதுப்பு கார்போராஸ்டிரயேடா பெருமூளைப் புறணி
முன் மூளை	டையன் செஃபலான்	எபிபைசிஸ் இன்ஃபெண்டிபுலம் பிட்யூட்டரி
நடு மூளை	நடுமூளை	பார்வைக் கதுப்பு குரூரா செரிபிரி
	மீசன்செஃபலான்	சிறுமூளை
கடை மூளை	மையலன்செஃபலான்	முகுளம்



படம் - 1

படம் - 2



படம் - 3

படம். 2 மனிதனின் மூளை - பக்கத் தோற்றம்

படம். 1 பறவையின் மூளை - பக்கத்தோற்றம்

படம் 3 தண்டுவடம் - குறுக்குவெட்டுத்தோற்றம்

முதுகெலும்புள்ளவையின் மூளை நரம்புகள்

நரம்பு எண்.	நரம்பின் பெயர்	தோன்றுமிடம்	செல்லுமிடம்	நரம்பின் தன்மை உணர்ச்சி(உ)இயக்கம் (இ) கலப்பு நரம்பு (க)
1.	நுகர் நரம்பு	நுகர்கதுப்பின் முன்பகுதி	மூக்குத்துளையின் கோழைப்படலம்	உ
2.	பார்வை நரம்பு	டயன்செஃபலான் கீழ்ப்பகுதி	விழித்திரை	உ
3.	ஆகுலோ மோட்டார்	குரூரா செரிபிரி	கண்ணசைவுத் தசைகள்	க
4.	பரிவு நரம்பு	பார்வைக்கதுப்பு, சிறுமூளைக்கு இடையே	மேல், சாய்வு கண்ணசைவுத் தசை	க
5.	முக்கூட்டு	முகுளத்தின் முன்பகுதி- கசிரியன் நரம்புச்செல் திரட்சி	கண், மேல்தாடை, கீழ்த்தாடை	இ
6.	அப்டுயுசென்ஸ்	முகுளத்தின் கீழ்ப்பகுதி	புறக்கண்ணசைவுத் தசைகள்	இ
7.	முக நரம்பு	முகுளத்தின் பக்கவாட்டில் 5ஆம் நரம்பின் பின்	மேலண்ண நரம்பு, தாடை அடிப்பகுதி	க
8.	செவி நரம்பு	முகுளத்தின் பக்கவாட்டில்	உட்செவி	உ
9.	குளோசொஃபெரிஞ்சியல்	முகுளத்தின் பக்கவாட்டில்	நாக்கு, தொண்டை	க
10.	பரிவு நரம்பு	பரிவு நரம்பு செல்திரட்சிதோல்,	தோல், இதய நரம்பு குரல்வளை, நுரையீரல், இரைப்பை	க
11.	தண்டவடத் துணை நரம்பு	முகுளம், தண்டுவடம் இரண்டிலிருந்தும் வேர்கள்	கழுத்துப்பட்டை, தோள்பட்டை, தசைகள்	இ
12.	நாவடி நரம்பு	முகுளம்	நாக்கு	இ

ஊர்வனவற்றில் மூளை அமைப்பு, தவளையைப் போன்றே - ஆனால் சிறு மாற்றங்களுடன் விளங்குகிறது. பெருமூளை வளர்ச்சியடைந்தும், நுகர்கதுப்பு வளர்ச்சி குன்றியும், ஒரு தண்டின் மூலம் பெருமூளையுடன் இணைக்கப்பட்டும் காணப்படும். சிறுமூளை சிறு அரைவட்டப்படலம் போன்று காணப்படுகிறது.

பறவைகளில் முதன்முறையாக மூளையின் மாறுபட்ட வளர்ச்சி காரணமாக முகுளம் கீழ்நோக்கி வளைந்துள்ளது. பெருமூளைப் பகுதி நன்கு வளர்ச்சியடைந்து முன்பகுதியை நோக்கியும் பின்புறம் சிறுமூளையை நோக்கியும் பரவியிருக்கும். இதன் காரணமாக டயன்செஃபலான் மேல்புறம் முற்றிலும் மறைக்கப்பட்ட நிலையில் காணப்படுகிறது. நுகர்கதுப்பு வளர்ச்சி குன்றிக் காணப்படுகிறது. சிறுமூளை நன்கு வளர்ச்சியடைந்து மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிந்துள்ளது. பெருமூளை, சிறுமூளை இவற்றின் வளர்ச்சி காரணமாகப் பார்வைக்கதுப்பு பக்கவாட்டில் தள்ளப்பட்டுள்ளது.

பாலூட்டிகளில் பெருமூளையும் சிறுமூளையும் மிகுந்த அளவு வளர்ச்சியடைந்து பல மடிப்புகளைக் கொண்டு விளங்குகின்றன. இதன் காரணமாக நுகர்கதுப்புகளும், டயன்செஃபலானும் நான்கு பகுதிகளாகப் பிரிந்துள்ளன.

மூளை நரம்புகள். ஊர்வன, பறவை, பாலூட்டி நீங்கலாக ஏனைய முதுகெலும்புள்ளவையில் 10 இணை மூளை நரம்புகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் முதல் 4 இணை நரம்புகள் நீங்கலாக ஏனைய யாவும் முகுளத்திலிருந்து உருவாகி மண்டையோட்டுத் துளைகள் மூலம் குறிப்பிட்ட உணர் உறுப்புகளுக்குச் செல்கின்றன. ஊர்வன, பறவைகள், பாலூட்டிகளில் மட்டும் 12 இணை மூளை நரம்புகள் காணப்படுகின்றன. மீன்களிலும், தவளைகளிலும் உள்ள முதல் 2 தண்டுவட நரம்புகளே 11, 12ஆம் மூளை நரம்புகளாக மாறுபாடு அடைந்துள்ளன.

தண்டுவட நரம்புகள். தண்டுவடத்திலிருந்து முள்ளெலும்பிடைத்துளை வழி வெளிவரும் நரம்புகள் தண்டுவட நரம்புகள் எனப்படும். எனவே, முள்ளெலும்புகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தே தண்டுவட நரம்புகளின் எண்ணிக்கையும் மாறுபடும். ஒவ்வொரு தண்டுவட நரம்பும் இரு வேர்களால் ஆனது. மேல் வேர் (dorsal root) உணர் நரம்பாகவும், நரம்பணுத்திரளைக் கொண்டும் விளங்குகிறது. கீழ்வேர் (ventral root) இயக்க நரம்பால் ஆனது. இவையிரண்டும் முள்ளெலும்பின் வெளிப்புறமாக இணைந்து தண்டுவட நரம்பாக மாறுகின்றன. தண்டுவட நரம்பிலிருந்து மூன்று கிளைகள் பிரிகின்றன. மேல் ராமஸ் (dorsal ramus) முதுகுப்புறத்தோல் தசைகளுக்கும், கீழ் ராமஸ் (ventral ramus) வயிற்றுப்புறத்தோல் தசைகளுக்கும், ராமஸ் இணைப்பு (ramus communicans or visceral ramus) உள்ளுறுப்புகளுக்கும், தானியங்கு நரம்பு மண்டலத்தின் நரம்புச்செல் திரள்களுக்கும் செல்கின்றன.

மீன்களில் ஏறக்குறைய 30 இணை தண்டுவட நரம்புகளும், தவளைகளில் 10 இணை நரம்புகளும், பறவைகள், ஊர்வனவற்றில் பல தண்டுவட நரம்புகளும் காணப்படுகின்றன. பொதுவாகப் பாலூட்டிகளில் ஏறக்குறைய 45 இணை நரம்புகள் காணப்படும். மனிதரில் 31 இணை நரம்புகளே காணப்படுகின்றன. இவற்றில் 8 கழுத்துப் பகுதியிலும், 12 தோள்பகுதியிலும், 5இடுப்புப் பகுதியிலும், 5 பிட்டப் பகுதியிலும் 1 வால் முனைப்பகுதியிலும் காணப்படுகின்றன. காண்க தானியங்கு நரம்பு மண்டலம்.

- எம்.எச். சுபாஷிணி

துணை நூல். R. Eckert and D. Randall, *Animal physiology,* W.H. Freeman and company, San francisco, 1978.

நரம்பு மண்டலம் (கால்நடை)

நரம்பு மண்டலத்தின் இயக்கங்கள் உயிரினத்தின் பல்வேறு உடற்பகுதிகளை ஒத்துழைக்க வைத்து, சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைக்கேற்ப அவ்வுயிரினத்தைச் செயல்பட வைக்கின்றன. நரம்பு மண்டலத்தின் செயல்பாடுகள் இருவகைப்படும். வெளிப்புறத் தூண்டுதல்களுக்கேற்ப உயிரினத்தைச் செயல்படவைப்பது ஒரு வகையாகும். உடலின் பிற மண்டலங்களை உடலுக்கு நன்மை அளிக்கும் வகையில் செயல்பட வைப்பது பிறிதொரு வகையாகும்.

நரம்பு மண்டலத்தைப் பெருமூளை நரம்பு மண்டலம் (cerebrospinal system), தன்னியக்க நரம்பு மண்டலம் (autonomic nervous system) என வகைப்படுத்தலாம்.

இதில் பெருமூளை நரம்பு மண்டலம் எனப்படுவது மைய நரம்பு மண்டலம், மூளை, தண்டுவடம், தலைப்புற நரம்புகள் மற்றும் தண்டுவட நரம்புகளை உள்ளடக்கியதாகும். தன்னியக்க நரம்பு மண்டலம் எனப்படுவது இணைப்பிரிவு (parasympathetic), பரிவு (sympathetic) நரம்பு மண்டலங்களை உள்ளடக்கியதாகும்.

பெருமூளை நரம்பு மண்டலம். இதில் மைய நரம்பு மண்டலம் மூவகை உறைகளால் மூடப்பட்டுள்ளது. அவை கடின உறை (duramatter) மென்வலையச் சவ்வு (arachnoid membrane), மென்னுறை (pia matter) ஆகியவை.

மூளை. இது நரம்பு மண்டலத்தின் மிக இன்றியமையாப் பகுதியாகும். இம்மூளை, மண்டை ஓட்டுக்குள் அதன் உட்புற வடிவத்திற்கும், அளவிற்கும் ஏற்ப அமைந்திருக்கும். மாட்டினங்களில் மூளையின் எடை ஏறத்தாழ 500கி.கி. ஆக இருக்கும். மூளை அதன் உடல் எடையின் ஒரு விழுக்காட்டில் ஏழில் ஒரு பங்காகும். மூளை கீழ்ப்பகுதி, நடுப்பகுதி, முன்பகுதி என்று மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டிருக்கும்.

கீழ்ப்பகுதி. மூளையின் கீழ்ப்பகுதி (medulla oblongata) வால்போல் நீண்டு தண்டுவடமாகத் தொடர்கிறது. இப்பகுதி நான்கு புறங்களைக் கொண்டிருக்கும். முன்புறம் சற்றே அகன்று காணப்படும். இப்பகுதி அதன் முன்புறத்தில் இரு கிளைகளாகப் பிரிகிறது. இப்பிரிவு ஒவ்வொன்றும் அதன் எதிரில் தொடர்புடைய பெருமூளை அரைக்கோளங்கள் (cerebral hemisphere) எனப்படும் திரட்சிக்குள் மறைகின்றன.

இப்பகுதியில் குறுக்குவாக்கில் சற்றே நீண்டிருக்கும் திரண்ட முகுளம் அல்லது மூளைப்பாலம் (pons) எனப்படும் பகுதியும் அமைந்துள்ளன. கோள வடிவமுள்ள சிறுமூளை (cerebellum), பாலம் போன்றவை முகுளத்தின் மேற்புறத்தில் அமைந்திருக்கும். சிறுமூளையின் அடிப்பகுதி இணைக்காம்புகளால் (peduncles) இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

நடுப்பகுதி. மூளையின் முன்பகுதியையும், கீழ்ப்பகுதியையும் இணைக்கும் பகுதியே நடுப்பகுதி எனப்படும். இப்பகுதி மேற்புறத்தில் பெருமூளை அரைக்கோளங்களால் சூழப்பட்டிருக்கும். இக்கோளங்களுக்கு அடியில், அதாவது நடுமூளையின் மேல் பகுதியில் நான்கு உருண்டை வடிவ நரம்பு நார்த்திமில் (copora quadrigemina) தென்படும். இவை இரண்டு இணைகளாக, ஒரு குறுக்குக் குழியால் பிரிக்கப் பட்டிருக்கும். நடு மூளையின் அடிப்பகுதியில் காணப்படும் கழுத்துப் போன்ற உறுப்புகள் பெரிய கயிறுகள் போலத் தோற்றமளிக்கும். இவற்றிற்கு இடைப்பட்ட பள்ளத்தைப் பிட்யூட்டரி சுரப்பி மூடியிருக்கும். இச்சுரப்பி ஒரு மென்மையான புனல் வடிவக் குழலில் பெருமூளையுடன் இணைந்திருக்கும்.

முன்பகுதி. மூளையின் முன்பகுதி உள்மூளை (inner brain) மற்றும் முடிவு மூளை (end brain) என இரு பகுதிகளைக் கொண்டிருக்கும். உள் மூளையின் முக்கியப் பகுதியாகத் தலாமஸ் உறுப்பு அமைந்திருக்கும். இது நீள் கோள வடிவத்தில் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக அமைந்து முன்புறத்தில் இணைந்திருக்கும். இந்தத் தலாமசிற்கும், நடுப்பகுதியில் உள்ள உருண்டை வடிவப் புடைப்புகளுக்கும் இடையில் ஆழமான கூம்புருவ உறுப்பு (pineal body) அமைந்திருக்கும். இவை தவிர நன்கு துருத்திய மாமிலரி உறுப்பும் (mamillary body) பார்வைப் பாலம் (optic chiasm) எனப்படும் பகுதியும் முன் மூளையில் காணப்படும். பார்வைப் பாலம் வெண்ணிறக் கற்றைகளால் பெருக்கல் குறிபோல் அமைந்து பின்பு இணைந்திருக்கும்.

முடிவு மூளைப் பகுதி, பெருமூளை அரைக்கோளங்களையும், ஹைப்போதலாமசின் பார்வைப் பகுதியையும் பெரும்பான்மையாகக் கொண்டிருக்கும். இந்த பெருமூளை அரைக் கோளங்களே நன்கு வளர்ச்சியடைந்த மூளையின் மிகப் பெரிய பகுதியாகும். மேலிருந்து பார்த்தால் இப்பகுதி நீள் கோளத்தில் காணப்படும். நிறைகோட்டுப் பிளவால் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும் இக்கோளங்களின் முன்புற முனையைத் தொட்டுத் கொண்டு மோப்பக்குமிழ் (olfactory bulb) எனப்படும் நீள்வட்ட வடிவத்திரள் பக்கத்திற்கு ஒன்றாய் அமைந்திருக்கும்.

தண்டுவடம். இது முதுகெலும்புத் தொடரின் துளை வழியே நீளமாக உருளை வடிவத்தில் அமைந்திருக்கும். மாட்டினங்களில் இது 165-170 செ.மீ. நீளத்திலும், 240 - 250 கிராம் எடையிலும் காணப்படும். இத்தண்டுவடத்தின் பக்கவாட்டில் தண்டுவட நரம்புகள் இணைக்கப் பட்டிருக்கும்.

தலைப்புற நரம்புகள். தலைப்புற நரம்புகளில் பன்னிரண்டு இணைகள் உள்ளன. இவற்றில் பெரும்பாலானவற்றின் தொடக்கம் மூளையின் அடிப்பகுதியில் தென்படும்.

நுகர் நரம்பு. இது முதல் தலைப்புற நரம்பாகும். முடிவு மூளைப் பகுதியில் உள்ள மோப்பக் குமிழுடன் இணைந்திருக்கும். இந்நரம்பு மூக்கிற்கு உணர்வை அளிக்கிறது. இதனால் மணத்தை அறிய முடியுமெனினும் கால்நடைகளின் நுகர் உணர்வு மேம்பட்டு அமைய வில்லை.

பார்வை நரம்பு. இது இரண்டாம் தலைப்புற நரம்பாகும். இந்நரம்பு பார்வைப்பாலத்தில் எதிரெதிர்த்

திசைக்கு மாறி, கண்கோளங்களுக்கு உணர்வை அளிப்பதால் பார்வை கிடைக்கிறது.

கண்ணியக்க நரம்பு (oculomotor nerve). இது மூன்றாம் தலைப்புற நரம்பாகும். இந்நரம்பு பெருமூளை இணைக்காம்பின் (cerebral peduncle) அடிப்புறத்தில் தொடர்கிறது. இந்நரம்பு கண் மற்றும் மேலிமைக்கு உணர்வை அளிப்பதால் கண்களை அசைத்து இயக்க முடிகிறது.

கம்பி நரம்பு (trochlear nerve). இது நான்காம் தலைப்புற நரம்பாகும். தலைப்புற நரம்புகளிலேயே மிகவும் சிறியதான இது சிறுமூளை இணைக்காம்பின் (cerebellar peduncle) முன்புறத்தில் தொடங்குகிறது. இந்நரம்பு கண் கோளத் தசைகளுக்கு உணர்வை அளிக்கிறது.

முக்கை நரம்பு. (trigeminal nerve). இந்நரம்பு தலைப்புற நரம்புகளிலேயே மிகப் பெரியதாகும். இது மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிந்து செயல்படுகிறது. முதற்கிளை கண்ணீர்ச் சுரப்பி, மேலிமை, தலையின் முன்பகுதியில் உள்ள தோல், மூக்குப் பகுதியில் உள்ள உள்மென் சவ்வு போன்ற பகுதிகளுக்கும், இரண்டாம் கிளை கீழிமை, மேலன்னம், பல் ஈறு, மூக்கு மற்றும் கன்னத்தில் உள்ள தோல் போன்ற பகுதிகளுக்கும், மூன்றாம் கிளை கீழ்த்தாடைப்பகுதி, வாயிலுள்ள உள்மென் சவ்வு போன்ற பகுதிகளுக்கும் உணர்வைத் தருகிறது.

சுற்றுவழி நரம்பு (abducent nerve). இது ஆறாம் தலைப்புற நரம்பாகும். இந்நரம்பு மூளையில் உள்ள பாலமூளைப் பகுதிக்குப் பின்னால் தொடங்கி, கண்ணியக்க மற்றும் பார்வை நரம்புகளுடன் ஒன்றுசேர்ந்து கண்கோளத் தசைகளுக்கு உணர்வளிக்கிறது.

முகநரம்பு (facial nerve). இந்நரம்பு முகம் மற்றும் காதுத் தசைகளுக்கு உணர்வளிக்கிறது. காதுகள், கண்ணிமைகள் மற்றும் உதடுகளின் சீரான அமைவிற்கு இந்நரம்பு பயன்படுகிறது. இந்நரம்பு பாதிக்கப்படும்போது காது மற்றும் இமைகள் தொங்கிப்போவதோடு எச்சில் தொடர்ந்து வழிந்து கொண்டிருக்கும்.

உட்காது சுருள் குழாய் நரம்பு (vestibulo - cochlear nerve). இந்நரம்பு காது கேட்பதற்கு உதவுகிறது. இந்நரம்பு பாதிக்கப்பட்ட கால்நடை தலையை அதிகமாகச் சுழற்றிக் கொண்டிருக்கும். கால்நடை நிற்க முடியாமல் மல்லாந்து கால்களை மேல்நோக்கி நீட்டிக்கொண்டு படுத்துக்கொள்ளும்.

நாத்தொண்டை நரம்பு (glossopharyngeal nerve). இந்நரம்பு தொண்டைக்கு உணர்வைத் தருகிறது. இந்நரம்பு பாதிக்கப்பட்ட கால்நடை, தீவனத்தை விழுங்க முடியாமல் தவிக்கும். அசைபோடப்பட்ட தீவனம் மூக்கின் வழியே வெளியேறும். குரலிலும், சுவாசத்திலும் மாற்றமேற்படும்.

வேகஸ் (vagus). இந்நரம்பு தொண்டை மற்றும் உணவு மண்டலத்தின் மேல் பகுதிக்கு உணர்வை அளிக்கிறது. இந்நரம்பு பாதிக்கப்படும்போது குரல் மற்றும் சுவாசம் பாதிப்பதோடு, தொண்டை, உணவுக்குழல் ஆகியவற்றில் வாதமேற்படும்.

தண்டுவடத் துணை நரம்பு (spinal accessory nerve). இந்நரம்பு பொதுவாகப் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இந்நரம்பு தலையை உயர்த்துவதற்குப் பயன்படும் தசைகளுக்கு உணர்வைக் கொடுக்கிறது.

நாவடி நரம்பு (hypoglossal nerve). இந்நரம்பு நாக்கிற்கு உணர்வைத் தரும். இந்நரம்பு பாதிக்கப்பட்ட கால்நடையின் நாக்கு வெளியில் துருத்திக் கொண்டிருக்கும். தீவனம் கொள்வதற்கும், நீர் அருந்துவதற்கும் கடினப்படும்.

தண்டுவட நரம்பு. தண்டுவடத்தில், கழுத்துப் பகுதியில் எட்டு இணை நரம்புகள் உள்ளன. இவை கழுத்துத் (cervical) தண்டுவட நரம்புகள் எனப்படும்.

மார்புப் பகுதியில் 13 இணை நரம்புகள் உள்ளன. இவை டார்சல் (dorsal) தண்டுவட நரம்புகள் எனப்படும். இதற்கடுத்து முதுகுப் பகுதியில் ஆறு இணை நரம்புகள் உள்ளன. அவை இடைத் தண்டுவட (lumbar) நரம்புகள் எனப்படும்.

பின்னர் இடுப்புப் பகுதியில் ஐந்து இணை நரம்புகள் உள்ளன. அவை திரிகத் (sacral) தண்டுவட நரம்புகள் எனப்படும். இறுதியாக வால் பகுதியில் ஐந்து இணை நரம்புகள் உள்ளன. அவை காச்சிஜியல் (coccygeal) நரம்புகள் எனப்படும். இந்நரம்புகள் அனைத்தும் நேரடியாகவும், கிளைகளாகவும் பிரிந்து உடலின் பல்வேறு தசைகளுக்கு உணர்வைத் தருகின்றன.

தன்னியக்க நரம்பு மண்டலம்

இந்நரம்பு மண்டலம் உடலிலுள்ள சுரப்பிகள் உள்ளுறுப்புகள் மற்றும் குருதிக் குழாய்த் தசைகள் இதயத் தசைகள் ஆகியவற்றிற்கு உணர்வைச் கொடுக்கின்றன. இம்மண்டலம் இரு பிரிவாகச் செயல்படுகிறது.

இணைப்பிரிவு நரம்பு மண்டலம். மூளை மற்றும் தண்டுவடத்தின் திரிகப் பகுதியிலிருந்து வெளிப்படுவன இணைந்து இம்மண்டலம் உருவாகிறது. இதன் நரம்புக் கற்றைகளுக்குத் தனிப்பட்ட பாதை கிடையாது. இவை சில தலைப்புற நரம்புகள் மற்றும் திரிகத் தண்டுவட நரம்புகளுடன் ஒன்றிணைந்து காணப்படும். இக்கற்றைகள் முடிச்சுத் (ganglion) தடையைக் கடந்து திசுக்களுக்குச் செல்கின்றன. இம்முடிச்சுத் தடைகள், வழங்கப்படும் உறுப்பின் சுவரிலேயே அமைந்திருக்கும். எனவே முடிச்சிற்கு முந்தைய பகுதி நீளமாகவும், பிற்பகுதி குட்டையாகவும் காணப்படும். இவை இதயத் திசுக்களின் செயல்பாட்டைக் குன்றச் செய்யும்.

பரிவு மண்டலம். மார்புப் பகுதி மற்றும் முதுகுப் பகுதியில் இருந்து வெளிப்படுவன இணைந்து இம்மண்டலம் உருவாகிறது. இதன் முடிச்சுத் தடைகள் தண்டுவடத்திற்கு அருகிலேயே அமைந்துள்ளமையால் முடிச்சிற்கு முந்தைய பகுதி குட்டையாகவும் பிற்பகுதி நீளமாகவும் காணப்படும். இவை இதயத் திசுக்களின் செயல்பாட்டை அதிகரிக்கச் செய்யும்.

- ஆர். கோவிந்தராஜு

துணை நூல். Septimus Sisson, *The Anatomy of Domestic Animals*, First Edition, Asia Publishing House, Japan, 1961.

நரம்பு முடக்கு வளிமம்

இரண்டாம் உலகப் போரின்போது ஜெர்மனியில் நரம்பு இயக்கத்தை முடக்கவல்ல நச்சு வளிமப் பொருள்கள் முதன் முதலாகத் தயாரிக்கப்பட்டன. ஆனால் அப்போரில் அவை பயன்படுத்தப்படவில்லை. சரின், டாபுன், சோமன் (Sarin, Tabun, Soman) எனும் மூன்று பொருள்கள் இவ்வகையில் தீங்கு விளைவிக்கக் கூடியவை. வேதிப் பொருள்கள் அனைத்திலும் கொல்லும் திறனில் இவ்வளிமங்களே வலிமை வாய்ந்தவை. டாபுன் சேர்மம் பழத்தின் நறுமணத்தை உடையது. மற்றவை நிறம், மணம், சுவை அற்றவை. இவை மூச்சுக் குழாய், கண், உணவுப்பாதை, தோல் என உடலின் நுழைவாயில் மூலம் எளிதில் உறிஞ்சப்படும் தன்மையுடையவை. உட்கொள்ளும்போது எவ்வகை எரிச்சல் உணர்வும் தோன்றாமையால் இவற்றின் ஊடுருவல் அறியப்படுவதில்லை. ஆனால் விளைவுகள் தோன்றும்போது இவற்றின் நிலைமை முற்றிவிடும். உடல்நிலை சீர்மைக்கு அப்பாற்பட்டுவிடும். நரம்பு வளிமப் பாதிப்பால் உடல் சோர்வு, பக்கவாதம், மனப்பிரமை, நினைவாற்றலின்மை, பார்வைக் குறைவு, செவிப்புலன் நலிவு ஆகிய நிலைகள் தோன்றக்கூடும். உடலிலுள்ள கோலின்எஸ்ட்ரேஸ் எனும் நொதியுடன் வினையுற்று, அசெட்டைல்கோலின் எனும் பொருளின் தேக்கத்தைத் தசைகளில் உருவாக்கும். இதனால் தசைகளின் ஒருங்கிணைப்பு பெரிதும் பாதிக்கப்படும். இறுதியாக, மூச்சியக்கத்தை நிறுத்தி மரணத்தை விளைவிக்கும். அட்ரினலினை உட்செலுத்துவதாலும், செயற்கை முறை மூச்சுத் தோற்றுவிப்பதாலும் மீட்புக்குச் சற்று வாய்ப்புள்ளது. தக்க மருத்துவம் அளிக்கப்படாவிட்டால் பத்து நிமிடங்களுக்குள் மரணம் விளையலாம்.

பூச்சி மருந்துகளைப் பற்றிய ஆய்வுகளின் போதே நரம்பு முடக்கு வளிமங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. எனவே பல பூச்சி கொல்லி மருந்துகள் வடிவமைப்பிலும் இயல்பிலும் நரம்பு முடக்கு வளிமங்களையே ஒத்துள்ளன. நரம்பு முடக்கு வளிமங்கள் பெரும்பாலும் கரிம பாஸ்ஃபரஸ் சேர்மங்களாகும். நரம்பு வளிம வாய்பாட்டை ஒத்திருக்கும் டைஐசோ புரோப்பைல் ஃபுளுரோ பாஸ்ஃபேட் (DFP) எனும் பொருள் கிளாக்கோமா கிராவிஸ் எனும் நோய்க்கு மருந்தாகப் பயன்படுவது குறிப்பிடத்தக்கது.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நரம்பு வெளிர்தல் நோய்

வெண்டைச்செடியில் தோன்றும் நச்சுயிரி நோயான இதை மஞ்சள் நரம்புத் தேமல் நோய் (yellow vein mosaic) என்றும் கூறுவர். நரம்பு வெளிர்தல் நோய் (vein clearing disease) முதன்முதலாக 1940இல் மும்பையில் தோன்றியது. நாளடைவில் சிறிது சிறிதாகப் பிற மாநிலங்களுக்கும் பரவி வெண்டையின் விளைவைப் பெரிதும் பாதித்து வருகிறது.

அறிகுறி. முதலில் இலை ஓரங்களிலிருந்து நரம்பு வெளுத்துக் காணப்படும். நாளடைவில் இலையிலுள்ள நரம்புகள், கிளை நரம்புகள் யாவும் வெளுத்துத் தோன்றும். புதிதாகத் தோன்றும் இலைகளிலும் கிளை நரம்புகள் வெளுத்துக் காணப்பட்டு இடைப்பகுதி மட்டும் பசுமையாக உள்ளமையால் வலை பின்னப் பட்டிருப்பதைப் போன்ற தோற்றத்தைக் கொடுக்கும். நாளடைவில் இலைப்பகுதி முழுதுமே வெளுத்துத் தோன்றும். இலையின் அடியிலுள்ள நரம்புகள்

பெரியவையாயிருக்கும். ஆயினும் இலைகளிலிருந்து வெளிவளர்ச்சி தோன்றாது. காய்கள் ஒழுங்கற்ற வடிவத்தைப் பெறுவதுடன் குட்டையாகி வெளுத்துக் காணப்படும்.

பரவுதல். பெமிசியா டபாசை என்னும் வெள்ளைப் பூச்சி இந்நோயைப் பரப்புகிறது. இதே நச்சுயிரி, நாய் மிளகாய் போன்ற களைகளையும் தாக்குகிறது. எனவே இக்களைகளிலிருந்து இந்நச்சுயிரி வெண்டைச் செடிகளுக்கும் பரவ வாய்ப்புண்டு.

தடுப்பு முறை. நோய் கண்ட செடிகளை அவ்வப்போது களைந்தெறிந்துவிடுதல் நோய் பரவுதலைக் குறைக்கும். இந்நோய்த் தோன்றும் களைச்செடிகளை அழித்துவிடுதலால் களைகளிலிருந்து வெண்டைச் செடிகளுக்கு நோய் பரவுதலைக் குறைக்கலாம். நிலத்திற்கருகிலுள்ள வெள்ளைப் பூச்சிகள் தங்கும் களைகளை அழித்துவிடுதலால் நோயினைப் பரப்பும் திறன் பெற்ற இப்பூச்சிகளின் பெருக்கத்தைக் குறைக்கலாம். பூசா சவாணி என்னும் வெண்டை வகையில் நோய் மிகுதியாகத் தோன்றுவதில்லை.

கார்போஃபியூரான் 6% மருந்தை விதையின்மேல் விதைப்பதாலும், நுவக்ரான் 0.1% மருந்தை மூன்று முறை விதைத்த 25, 35, 45 நாள்களில் தெளிப்பதாலும் இந்நோயினைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

- *கா. சிவப்பிரகாசம்*

துணைநூல். M.K. Corbett and H.D.Sisler, *Plant Virology,* University of Florida Press, 1964.

நரம்புறை அழிவு

முதுகெலும்புள்ள உயிரினங்களின் மைய, புற நரம்பு மண்டலங்களின் தொடர் நரம்புகளின் விட்டம் 1-μக்கு மேல் இருந்தால், அவற்றில் மையலின் உறைகள் காணப்படும். ஆஸ்மிக் அமிலம் கொண்டு சாயமேற்றினால் இவ்வுறைகளைக் காணலாம். ஆனால் தொடர் நரம்புகளைக் காண இயலாது. இந்த உறையில் கொழுப்பு, செரிப்ரோசைடு, ஸ்பிங்கோமையிலீன், கொலாஸ்ட்ரால் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. புற நரம்புகளில், ஷிவானின் உறை மையலினைப் பாதுகாக்கிறது.

நரம்புறை அழிவு

நரம்புறை அழிவு (demyclination) ஏற்படுவதன் காரணம் அறியப்படவில்லை. தொடர் நரம்புகள், கிளையா நரம்புகள் போன்றவை பாதிப்படையாதிருக்க மையிலீன் உறை மட்டும் பாதிக்கப்படுவதை நரம்புறை அழிவு நோய் என்பர்.

மையலீன் நோய்கள்

மையிலீன் தொகுப்பையும், பேணப்படுவதையும் பாதிக்கும் வளர்சிதை மாற்றக் கோளாறுகள் வருமாறு

பொதுநோய்கள். சத்தில்லாமை, சிறுநீரில் அமினோ அமிலங்கள் வெளிப்படல்.

இயல்பு மீறிப் புரதங்களும், கொழுப்புகளும் தேக்கமடையும் கோளாறுகள். குளோபாய்டு செல் அழிவு, லியூகோ செல் அழிவு, அலெக்சாண்டர் நோய்.

சாதாரண முறையில் மையலின் அழிதல். சிறு குழந்தை வகை, வெள்ளைப் பகுதியின் நசிவு.

புறக் கூறுகள் விளைவாக மையலின் அழிதல். வைரஸ் நோய்கள் மற்றும் தடுப்பாற்றல் வகையைச் சார்ந்தவை (பலவகைக் கடினமடைவு, கண் நரம்பு அழற்சி, தீவிர வகை, நாட்பட்ட வகை, ஷில்டர் நோய், மூளைத் தண்டுவட அழற்சி); நச்சு கொண்டவை.

இத்தகைய நோய்கள் உண்டாவதற்கான காரணம் தெரியவில்லை. நோய் நைவுகள் நரம்பு மண்டலத்தின் எப்பகுதியிலும் காணப்படலாம். இந்நோய்களுக்கான சிறப்பு மருத்துவம் இல்லை.

- அ. கதிரேசன்

நரி

பாலூட்டி இனத்தைச் சேர்ந்த ஓநாய், வனநரி அல்லது செந்நாய் போன்றவற்றோடு கோரைப்பற்களையுடைய வகுப்பாம் கேனிடேயில் நரி வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. உலகில் காணப்படும் ஒன்பது வகை நரிகளில் ஐவகை நரி இனங்கள் ஆசியப்பகுதியில் காணப்படுகின்றன. இந்தியாவில் செந்நரி, இந்திய நரி *(Vulpes vulpes)* ஆகிய இரண்டு இனங்கள் மட்டுமே காணப்படுகின்றன.

செந்நரி மஞ்சள் கலந்த பழுப்பு நிற முதுகுடனும், மஞ்சள் கலந்த வெண் வயிற்றுப் பகுதியுடனும் காணப்படும். இதன் கால்கள் கரும்பழுப்பு நிறத்துடனும், வால் வெண்திட்டுகளுடனும் காணப்படும். இந்திய நரி, செந்நரியைவிடச் சிறியது. இதன் வால் நுனியில் கறுப்பு நிறப் புள்ளித்திட்டுகள் காணப்படும். செந்நரி, வட இந்தியாவில் நகர்ப்புறப் புதர்க்காடுகளில் மிகுந்து காணப்படுகிறது. இந்திய நரி தென்னிந்தியச் சிற்றூர்களிலும், வனப்பகுதிகளிலும் காணப்படுகிறது.

நரி பொதுவாகத் தனித்தே காணப்படும். சில நேரங்களில் இணையோடும், குட்டிகளோடும் காணப்படுகிறது. டிசம்பர் மாதம் முதல் ஏப்ரல் வரை இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. பெண் நரி இவ்வினப் பெருக்கக்காலத்தில் வாரத்திற்கு ஒரு முறை கலவிப் பெருக்கத்தில் நாட்டம் கொள்கிறது. பத்து மாதமான குட்டி கூட இனப்பெருக்கத்தில் ஈடுபடுகிறது. பத்து மாதமான குட்டி கூட இனப்பெருக்கம் செய்யும் முதிர்நிலையை அடைகிறது. நரியின் கருக்காலம் (gestation period) 52 நாள்கள். பொதுவாகச் செந்நரி 5-6 குட்டிகளை ஒரே முறையில் ஈனும். இனப்பெருக்க நாளில் பெண் நரி கற்பாறைகளுக்கு இடையேயும், மண் குகைகளிலும் குட்டிகளை இடுகிறது. குட்டி 9-10 நாளில் கண் விழிக்கும்.

குட்டி ஒரு மாதக் காலத்தில் குகை வாயிலுக்கு வரும். 8-10 வாரத்துக்குத் தாயிடம் பால் குடிப்பதை விட்டு விட்டுத் தாயுடனே வேட்டையாடச் செல்கிறது. செந்நரி மாலையில் வெளிவந்து 8-10 கி.மீ. இரவு முழுவதும் இரையைத் தேடி வைகறையில் இருப்பிடத்திற்குத் திரும்புகிறது.

ஓணான், ஊர்வன, பூச்சி, சிறிய பறவை, எலி, கனி போன்றவற்றை நரி உண்ணும். கடற்கரையோர நரி நண்டுகளையும், மீன்களையும் உணவாக உட்கொள்கிறது. ராஜஸ்தான் பகுதியில் காணப்படும் நரி தேள்களைத் தின்கிறது. நரி தன் இருப்பிடத்தில் இருந்தவாறு பல்வகைப்பட்ட ஒலிகளை உண்டாக்குகிறது. இது சில நேரங்களில் இணையை அழைக்கும் ஒலியாகவும் சில நேரங்களில் தன் எல்லையை அறிவித்துப் பாதுகாக்கும் ஒலியாகவும் தோன்றும்.

நரியின் அறிவுக்கூர்மையையும், வேட்டையாடும் திறனையும் பற்றிப் பல கதைகள் நிலவுகின்றன. இவற்றைப் பற்றிச் சரியான ஆய்வுகள் செய்யப்பட வில்லை. நரி ஓசையை அறிந்து செயல்படுவதைவிட மணத்தைத் துல்லியமாக அறிந்து செயல்படுகிறது.

நரி *(Vulpes vulpes)*

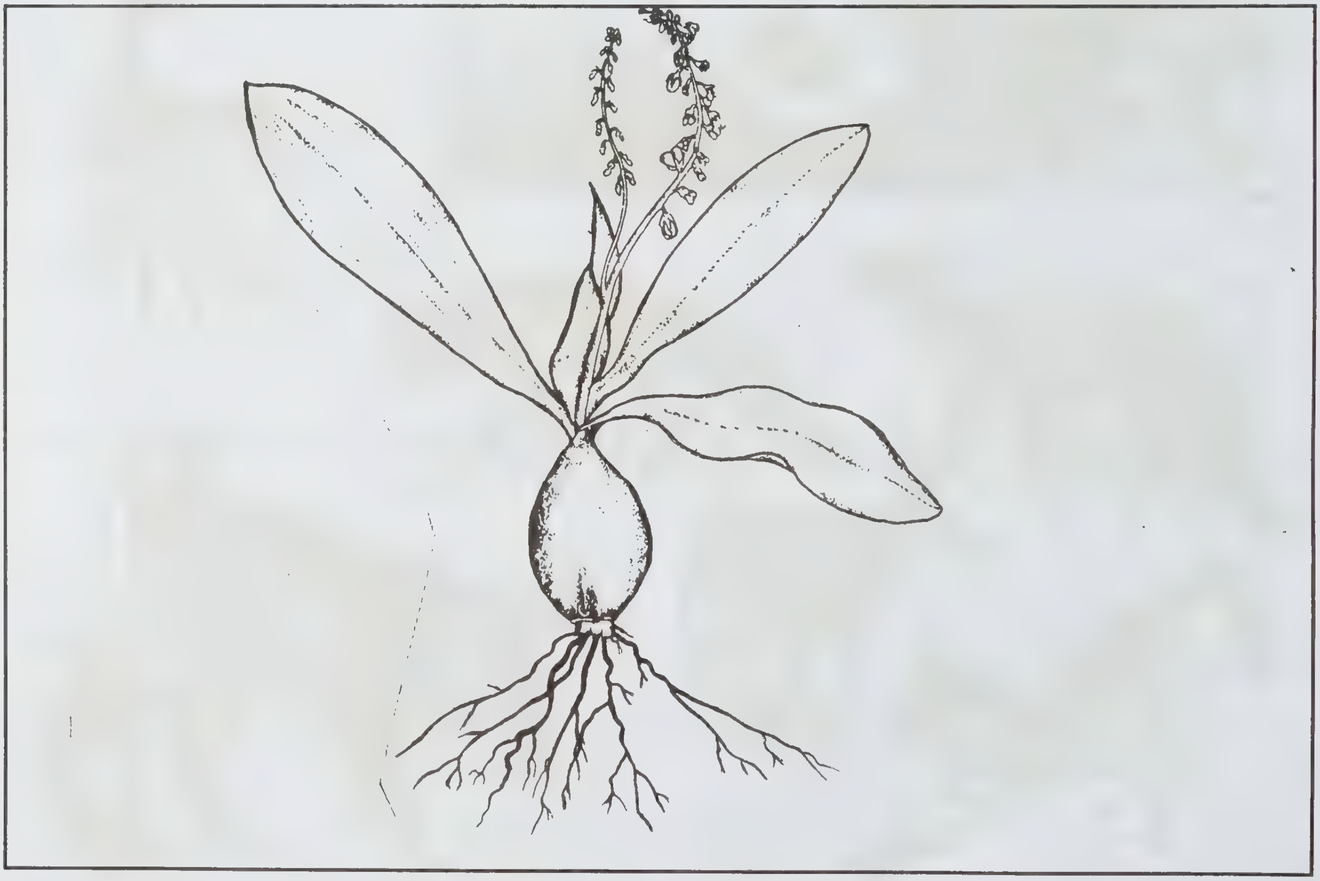
இதன் வாழ்நாள் ஏறத்தாழ ஓராண்டாகும். அரிதாகச் சில நரிகள் மூன்றாண்டுகள் உயிர் வாழ்ந்துள்ளன. தோலுக்காவும், கோழி, ஆடு போன்ற வீட்டு விலங்குகளைப் பாதுகாக்கவும் தடையின்றி மனிதனால் வேட்டையாடி அழிக்கப்பட்டு வருவதால் நரியினம் அருகி வருகிறது.

- கோவி. இராமசுவாமி

நரிவெங்காயம்

இதற்குக் காட்டுவெங்காயம். காட்டுக்கள்ளி, காட்டு ஈருள்ளி என்னும் பெயர்களும் உண்டு. இந்தியன் ஸ்குவில் (Indian squill), ஒயில்ட் ஆனியன் (wild onion) என்றும் இது வழங்கப்படும். இதன் தாவரப்பெயர் அர்ஜினியா இண்டிகா *(Urginea indica)* என்பதாகும். லில்லியேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த கடற்கரையிலும் மணற்பாங்கான பகுதிகளிலும் நன்கு வளர்கிறது. முற்றுவதற்கு முன்பே இதை அரிந்து நடுப்பகுதியை நீக்கிப் பயன்படுத்த வேண்டும். இந்தியாவில் இமாலயப் பகுதி, ராஜஸ்தான், பஞ்சாபின் களர்நிலப் பகுதிகளில் மிகுதியாக இதைக் காணலாம். வெங்காயக்குமிழ்கள் வெள்ளையாகவும் சதைப்பற்றாகவும் இருக்கும். குமிழ்கள் உடலின்மீது பட்டால் அரிப்பு உண்டாகும். வெங்காயத்தைச் சிறுசிறு துண்டுகளாக நறுக்கி உலர்த்திப் பொடித்துக் கிடைத்த அழுக்கு வெள்ளை நிறத்திலுள்ள தூள்களிலிருந்து ஒட்டும் பொருள் தயாரிக்கப்படுகிறது. இதில் அதிக அளவு குளுக்கோமேன்னான், சிறிதளவு கிளைகோசைடு ஆகியவை உள்ளன. நரிவெங்காயத்திலிருந்து எடுக்கப்படும் கோந்து துணித் தொழிற்சாலைகளில் பயனாகிறது.

அமைப்பு. இச்செடியின் நிலக்குமிழ்கள் 5-10 செ.மீ. நீளத்தில் முட்டை வடிவில் இருக்கும். இலைகள்



நரிவெங்காயம் *(Urginea Indica)*

தட்டையாகக் கூரிய நுனியுடன் இருக்கும். வளர் மஞ்சரியச்சு (scape) உடையும் தன்மையது. இதன் அடிப்பகுதி 30-45 செ.மீ. நீளமும் 4-6 மி.மீ. குறுக்களவும் கொண்டிருக்கும். பூக்கள் பழுப்பு நிறமாக ரெசீம் மஞ்சரியில் உண்டாகியிருக்கும். பூ மஞ்சரி 15-30 செ.மீ. நீளமானது. நுண்ணிய பூவடிச் சிதல்கள் விரைவில் விழுந்து விடுகின்றன. இலைக்காம்புகள் நீண்டு 2.5-3 செ.மீ. நீளத்திலிருக்கும். பூவிதழ்கள் மணி வடிவானவை. இதழ்ப் பிரிவுகள் நீள்சதுரம் அல்லது தலைகீழ் ஈட்டி வடிவிலிருக்கும். முனை மழுங்கியிருக்கும். மகரந்தக் கேசரங்கள் 6 மி.மீ. நீளமானவை. மகரந்தக்கம்பிகள் தட்டையானவை. சூலகத்தண்டு தலைகீழ் முக்கோண வடிவிலிருக்கும். வெடிகனி நீள்வட்ட வடிவிலும் இருமுனைகளில் குறுகியும் இருக்கிறது. ஒவ்வொரு கனியிலும் 6-9 விதைகள் நீள்வட்ட வடிவத்திலிருக்கும்.

பயன். இச்செடிக்குமிழ்ச் சூரணம் இருமல், மகோதரம், சுவாச நோய்களைப் போக்கும். இதன் குமிழைக் குடிநீரிட்டுப் பெருவயிறு முதலிய நீரேற்ற நோயாளிகளுக்குக் கொடுக்க நீரைக் குறைக்கும். வெங்காயத்தை அரிந்து காலடியில் தேய்க்கக் கால் எரிச்சல் நீங்கும். காலில் உண்டாகியிருக்கும் ஆணி போன்ற நோய் நீங்க இந்த வெங்காயத்தைச் சுட்டு, சூட்டோடு ஆணியில் வைத்து மிதித்து வருதல் வேண்டும். பின்னர் இதனைப் பொறுக்குமளவு சூட்டுடன் வைத்துக் கட்டி வரவேண்டும். நரிவெங்காயத்தை இடித்துப் பிழிந்த சாற்றுடன் இருமடங்கு சர்க்கரை கலந்து 7மி.லி. வீதம் தர நாட்பட்ட இருமலும் சுவாச நோய்களும் தீரும்.

இச்செடியின் நிலக்குமிழ்கள் காரமாயிருக்கும். வெப்பத்தை உண்டாக்கும்; வயிற்றுப் புழுக்களைக் கொல்லும்; சிறுநீரைப் பெருக்கும்; கழிச்சலை உண்டாக்கும்; பாண்டுநோய்க்கு உதவும்; வாதநோய், ஆஸ்துமா நோயைப் போக்கும்; பெருநோய், தோல்நோய், தலைவலி, சிறுநீர்த் தாரையில் கல்லடைப்பு முதலியவற்றையும் போக்கும்.

நரிவெங்காயத்தின் பேரினத்திலுள்ள மற்றொரு சிற்றினமான அர்ஜினியா மாரீட்டிமா *(Urginea maritima)* என்னும் செடி மையத்தரைக்கடல் பகுதியில் மணற்பாங்கான நிலத்தில் மிகுந்து காணப்படுகிறது. இச்செடியிலிருந்து சில்லாரென் என்னும் கிளைக்கோசைடு தயாரிக்கப்படுகிறது. இதற்குச் சிறுநீரைப் பெருக்கும் குணமுண்டு. இதயத் துடிப்புண்டாக்கும் (cardiac stimulant) மருந்தாகவும் இது பயனாகிறது.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நல்ல பாம்பு

இது ஊர்வன வகுப்பில் துணை வகுப்பு டையாப்சிடாவில் ஸ்குவாமேட்டா வரிசையில் ஒஃபிடியா துணை வரிசையில் இலாப்பினே துணைக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இக்குடும்பத்தில் 150 சிறப்பினங்கள் உள்ளன. நல்ல பாம்பு மிகவும் நச்சுத்தன்மை வாய்ந்தது. இது ஆப்பிரிக்கா, ஆசியா கண்டங்களில் காணப்படுகிறது. நல்ல பாம்பின் குடும்பத்தில் சில சிறப்பினங்கள் உள்ளன. இவற்றுள் 7 சிறப்பினங்கள் ஆப்பிரிக்காவில் காணப்படுகின்றன. பிலிப்ஃபைன்சில் ஒரு சிறப்பினமும், இந்தியாவில் ஒரு சிறப்பினமும் காணப்படுகின்றன. இந்தியாவில் உள்ள சிறப்பினங்களில் ஒன்று இந்திய நல்ல பாம்பு (Indian cobra), மற்றொன்று அரச நல்ல பாம்பு அல்லது அரச நாகம் (king cobra) ஆகும்.

இந்திய நல்ல பாம்பு (naja naja) 2மீ. நீளமுடையது. இது பொதுவாகக் கருமை, மங்கலான மஞ்சள் அல்லது கோதுமை நிறம், சில சமயங்களில் பழுப்பு நிறங்களில் காணப்படுகிறது. அடர் புதர்களிலும், கற்களின் அடியிலும், சுவர்ப் பொந்துகளிலும் இது வசிக்கும். இடிந்த வீடுகள், இருட்டான இடங்களிலும் இது வசிப்பதுண்டு.

நல்ல பாம்பில் குறிப்பிடத்தக்க பண்பு அதன் படமே (hood) ஆகும். இப்பாம்பின் தலைக்குப் பின்னாலிலுள்ள கழுத்துப் பகுதியில் தலைகளுடன் கூடிய நீண்ட விலா எலும்புகள் (rips) உள்ளன. இவற்றிற்கும் பின்னாலுள்ள விலா எலும்புகள் சிறியவை. கழுத்துத் தசைகள் சுருங்கும்போது விலா எலும்புகள் பக்கவாட்டில் எழும்பி நிற்கும். கழுத்து பக்கவாட்டில் விரிவடைவதால் படம் உருவாக்கப்படும். பொதுவாக நல்ல பாம்பை அதன் படத்தைக் கொண்டு எளிதில் கண்டறியலாம். படத்தின் மேற்புறப்பகுதியில்

நல்ல பாம்பு

1. கிழக்குப் பச்சை மாம்பா
2. எகிப்திய நாகம்
3. அரச நாகம்
4. தென் பவளப் பாம்பு
5. செந்தலைப் பாம்பு
6. கடல் பாம்பு

கண்ணாடிக் குறி ஒன்றுள்ளது. கண்ணாடிக் குறி சில பாம்புகளில் ஒரு வட்டம் கொண்டதாகவும், சிலவற்றில் இரு வட்டங்கள் கொண்டதாகவும் இருக்கும். இருவட்டக் கண்ணாடிக் குறி கொண்ட படத்தையுடைய நல்லபாம்புகள் மகாராஷ்டிரத்தில் காணப்படுகின்றன. ஒரு வட்டத்தினைக் கொண்டுள்ள கண்ணாடிக் குறி (spectacle mark) சில பாம்புகளில் ஒரு வட்டம் கொண்டதாகவும், சிலவற்றில் இரு வட்டங்கள் கொண்டதாகவும் இருக்கும். இருவட்டக் கண்ணாடிக் குறி கொண்ட படத்தையுடைய நல்ல பாம்புகள் மகாராஷ்டிரத்தில் காணப்படுகின்றன. ஒரு வட்டத்தினைக் கொண்டுள்ள கண்ணாடிக் குறி முட்டை வடிவத்தில் இருக்கும்.

ராஜஸ்தானில் அரிதாக வெள்ளை நிற நல்ல பாம்பைக் காணலாம். இதன் படத்தின் குறியீட்டில் மங்கலான பதிவும் (impression) படத்தின் கீழ்ப்பக்கத்தில் மங்கலான பட்டையும் காணப்படுகின்றன. உடலில் அமைந்திருக்கும் சாய்வான செதில்கள் கழுத்தில் 25 - 35 உம், நடு உடலில் 21 - 25உம், மலப்புழைப் பகுதியில் 15 - 17உம் உள்ளன. வால்பக்கச் செதில்கள் இணையானவை.

வயிற்றுப்புறச் செதில்கள் 176-200 இருக்கும். தலைச் செதில்கள் சிறப்பு வாய்ந்தவை. முன்பக்கக் கேடயச் செதில் (frontal shield) குறுக்காக வெட்டப்பட்டிருக்கும். கண்ணின் பின் பக்கத்தில் மூன்று செதில்கள் காணப்படுகின்றன. மேலுதட்டிலுள்ள மூன்றாம் செதில் பெரியது. இது கண்ணிருக்கும் இடத்திலிருந்து மூக்குத் துளையையுடைய செதில் வரை நீண்டுள்ளது. ஒரு சிறிய முக்கோணச் செதில் கீழுதட்டின் நான்கு, ஐந்தாம், செதில்களுக்கு இடையே செருகப்பட்டிருக்கும். இதற்கு ஆய்ப்புச் செதில் (wedge shield) என்று பெயர். தலைச் செதில்களைக் கொண்டு பாம்பினை நன்கு கண்டறியலாம்.

நல்ல பாம்பின் கழுத்துப் பகுதிக்குப் பின்னால் வயிற்றுப்பக்கத்தில் இரண்டு கரிய பட்டைகள் பதினைந்தாம் செதிலுக்கும், முப்பதாம் வயிற்றுப்புறச் செதில்களுக்கும் இடையே படத்தின் கீழ்ப்பக்கத்தில் நீண்டிருக்கும். இப்பட்டையைக் கொண்டும் நல்ல பாம்பை இனங்காணலாம்.

நல்ல பாம்பு அதன் தலையில் மாணிக்கம் அல்லது நகையைப் பெற்றிருக்கும் என்று நிலவி வரும் கருத்தில் எவ்வித உண்மையும் இல்லை. தன்னுடைய எதிரியைப் பழி தீர்க்கும் என்பதற்கும் எவ்விதச் சான்றும் இல்லை. மேலும் இனிய இசைக்கு மயங்கும் இயல்பு உடையது என்பதும், முதிர்ந்த பாம்புகள் நரை முடி அல்லது மீசையைப் பெற்றிருக்கும் என்பதும் நிறுவப்படவில்லை.

நல்ல பாம்பு மழைக்காலங்களில் கலவியில் ஈடுபடும். கலவியில் ஈடுபட்ட 9-10 மாதங்களுக்குப் பின்னரே முட்டையிடும். பொதுவாக நல்ல பாம்பு ஏப்ரல் மாதத்தில் முட்டையிடும். பெற்றோர் ஆதரவை இதனிடம் அறியலாம். முட்டையிடுவதற்கு மூன்று நாள்கள் ஆகும். மூன்று நாள்களிலும் 56 முட்டைகளை இடும். பொதுவாகப் பெண் பாம்பு முட்டைகளைத் தனித்துவிடுவதில்லை. அவற்றைப் பாதுகாக்கும் வண்ணம் பெண் பாம்புகள் முட்டைகளைச் சூழ்ந்து மண்ணையும் உலர்ந்த குச்சிகளையும் பரப்பி அதன்மேல் அமர்ந்திருக்கும். முட்டையிட்ட 58ஆம் நாளிலிருந்து முட்டைகள் பொரியத் தொடங்கும். முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் இளம்பாம்புகள் முதிர்ந்த பாம்பு போன்றே தோற்றமளிக்கும். இவ்விளம் பாம்புகளின் நச்சுச் சுரப்பியில் இருக்கும் நஞ்சு கொல்லுந் தன்மையுடையதாகும். கடித்த 2-6 மணி நேரத்திற்குள் இந்நஞ்சு மனிதரைக் கொன்றுவிடும்.

இளம்பாம்பு, முட்டையிலிருந்து வெளிவந்த இரண்டாம் நாள் முதன்முறையாகத் தோலுரிக்கும். 7ஆம் நாள் ஒருமுறையும், பின்பு 21ஆம் நாளிலும், 30ஆம் நாளிலும் அடுத்தடுத்துத் தோலுரிக்கும். பின்பு தோலுரித்தல் என்பது அடிக்கடி நடைபெறுவதில்லை. பிறந்த மூன்றாண்டிற்குப் பிறகே இளம் பாம்பு முதிர்ச்சியடையும்.

நல்ல பாம்பின் நஞ்சு கடிபட்டவரின் நரம்பு மண்டலத்தைத் தாக்கும் தன்மையுடையது. கடிபட்டவர் விரைவில் வலுவிழந்து நடக்கவோ, உட்காரவோ முடியாமல் துடிப்பார். படிப்படியாக உடல் முழுவதும் நஞ்சு பரவி இறுதியில் கழுத்தைப் பாதிக்கும். இதனால்

தலை தொங்கிவிடலும் பேச இயலாமையும் மூச்சு விடமுடியாமையும் தோன்ற, கடிபட்டவர் இறக்க நேரிடும். காலத்தாழ்வின்றி மருத்துவரை அணுகி நஞ்சு எதிர்ப்பொருளை (antivenom) கடிபட்ட மனிதரின் உடலில் செலுத்தினால் பயன் கிடைக்கும்.

நாகப் பாம்பிற்குப் புறச்செவி இல்லை. எனினும் ஓரளவு இதனால் ஒலிகளைக் கேட்க முடிகிறது. ஆனால் பாம்பிற்குக் கூர்ந்து கவனிக்கும் பழக்கமுண்டு. அதனால் இது செவியுணர்வைவிடப் பார்வை உணர்வினாலேயே சூழ்நிலையை அறிகிறது எனலாம். எலி, வெள்ளெலி, தேரை, பறவை முதலியன நாகப் பாம்பின் முக்கிய உணவாகும். சில சமயங்களில் கோழிக் குஞ்சுகளையும் அணில், ஓநாய், பாம்பு, மலைப்பாம்பு, சாரை போன்ற பிற பாம்புகளையும் உண்பதுண்டு. தாகமெடுக்கும்போது மிகுதியாக நீரைப் பருகும்.

அரச நாகம். இது நல்ல பாம்பைவிட உருவில் மிகப்பெரியது. உயரமான அடர்ந்த காடுகளில் வசிக்கும். இது பொதுவாக நீண்ட அகன்ற படத்துடன் 2மீ. உயரத்தில் எழும்பி ஒளி வீசும் பெரிய கண்களால் அச்சுறுத்தும் தோற்றமுடையது. அதனாலேயே நாகராசன் என்று பெயர் வழங்கப்பட்டுள்ளது. நல்ல பாம்புகளை விரும்பி வேட்டையாடுவதால் இப்பெயரைப் பெற்றிருக்கலாம் என்றும் கருதப்படுகிறது.

இளம் அரச நாகம் ஆழ்ந்த பளபளப்பான கருநிறம் கொண்டது. இதன் வாலிலும், உடலிலும் மஞ்சள் அல்லது வெண்ணிறக் குறுக்குப் பட்டைகள் இருக்கும். முதிர்ந்த பாம்புகளில் பட்டைகளின் நிறம் மங்கலாக இருக்கும். பொதுவாக முதிர்ந்த பாம்பு மங்கிய கூரிய நிறத்துடன் கூடிய பட்டைகளுடனோ, பட்டைகள் அற்றோ காணப்படும். நல்ல பாம்பின் படத்தைவிட இதன் படம் அகன்று நீண்டு காணப்படும்.

அரச நாகத்தின் பண்புகள் நல்ல பாம்பினை ஒத்திருக்கின்றன. மேலும் இதன் மூன்றாம் மேலுதட்டுக் கேடயச் செதில் (supra labial shield) மிகவும் பெரியதாகவும் கண்ணையும் மூக்குக்கேடயச் செதிலையும் தொட்டுக் கொண்டும் காணப்படும். கீழுதட்டில் ஆய்ப்புக்கேடயச் செதில் இல்லை. நல்ல பாம்பின் வாலடியில் மலப்புழைக்குப் பின்னால் உள்ள கேடயச் செதில்கள் யாவும் முழுமையாக இருக்கின்றன. வால் நுனியில் இருப்பவை மட்டும் பிரிந்து காணப்படுகின்றன.

நல்ல பாம்பிற்கு மாறாக அரச நாகத்தில் இரு பெரிய மண்டையோட்டுப் பின் கேடயச் செதில்கள் (occipital shields) உள்ளன. இவை தலையின் பக்கக் கேடயச் செதில்களின் பின்னால் இடம் பெற்றுள்ளன. கழுத்தின் மீதோ, படத்தின் மீதோ கண்ணாடிக்குறியோ சக்கரக்குறியோ அரச நாகத்தில் காணப்படுவதில்லை.

அரச நாகம் பிற பாம்புகளை உண்ணும் பழக்கமுடையது. இது உண்ணும் பாம்புகளில் நச்சுப் பாம்புகளும் அடங்கும். நல்ல பாம்பின் தலையைப் போன்று மூன்று மடங்கு பெரிய தலையை இது பெற்றுள்ளமையால் எலி, பாம்பு முதலியவற்றை அரைத்துத் தின்னும். பிற பாம்புகள் தனித்த இடங்களில் இருப்பதாலும் மேலும் இவையே அரச நாகங்களின் முக்கிய உணவாக அமைவதாலும் இப்பாம்பு அமைதியான இடத்தை விரும்பும். இதனாலேயே இதற்குத் தீமை செய்தால் 1மீ. உயரம் வரை தன் தலையைத் தூக்கிச் சீறி எழும்.

மழைக் காலங்களில் அரச நாகங்கள் கலவியில் ஈடுபடுகின்றன. ஆனால் முட்டைகள் ஏப்ரல் மாதத்தில் இடப்படுகின்றன. இது மூங்கில் குச்சிகளையும், இலைகளையும் கொண்டு கூடு அமைத்தபின் கீழ் அறையில் 20 - 40 முட்டைகளையிடப் பெண் பாம்பு இம்முட்டைகளைப் பாதுகாக்கும்.

அரச நாகம் கொடுக்கும் நஞ்சின் அளவு நல்ல பாம்பு கொடுக்கும் நஞ்சினை விடக் கூடுதலாகும். இந்த அளவு நஞ்சு விரைவில் இறப்பினை விளைவிக்கும். எவ்விதத் தயக்கமுமின்றி மனிதரையோ, யானையையோ தாக்கும் வல்லமை படைத்தது அரச நாகம். ஆப்பிரிக்காவில் அரச நாகத்தில் ஏழு சிறப்பினங்கள் உள்ளன. இந்திய கறுப்பு நிறக் கழுத்தையுடைய நல்ல பாம்பு *(Naja Nigricollis)* உலகில் பரவலாகக் காணப்படும் சிறப்பினமாகும். இவ்வினம் நஞ்சினைத் தன் எதிரியின் கண்ணில் துப்பும் பழக்கமுடையது. இதனால் இப்பாம்பைக் துப்பும் பாம்பு (spitting cobra) என்பர்.

துப்பும் பாம்பு தன் எதிரியைக் கண்டவுடன் பார்வையாலேயே குறிவைத்து நஞ்சினை 2மீ. தொலைவிற்குத் துப்பும். இவ்வாறு ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவு வரை நஞ்சினைத் துப்பும். இவ்வாறு ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவு வரை நஞ்சினைத் துப்புவதற்கு நஞ்சுச் சுரப்பிகளைச் சூழ்ந்துள்ள தசைகள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. நஞ்சு, எதிரிகளின் கண்ணில்பட்டால்

உடனே கண் குருடாக்கப்பட்டு எதிரிக்கு மயக்கமேற்படும். இந்நிலையில் பாம்பு எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துக்கொள்கிறது. கண்ணில் பட்ட நஞ்சு தோலினைத் துளைத்துக் கொண்டு உள்ளே செல்லுமாயின் கண்ணில் எரிச்சலைக் கொடுக்கும். உடனடியாக நல்ல நீரினைக் கொண்டு கண்ணைக் கழுவினால் பார்வையினைக் காத்துக் கொள்ளலாம்.

அரச நாகத்திற்குத் தோலுரிப்பதில் கடினம் ஏற்படும். உடலிலுள்ள தோலைக் கழற்றிய பின்னர் கண்ணிற்கு மேலுள்ள தோல் ஒட்டிக் கொள்ளும். நான்கு அல்லது ஐந்து முறை தோலுரித்த பின்னரும் கண் மேலுள்ள தோல் மட்டும் ஒட்டிக் கொண்டிருந்தால் பாம்பிற்குக் கண் பார்வை மங்கிவிடும். எனவே பாம்பினால் இத்தோலை உரிக்க இயலாது. உயிரினக் காட்சிச் சாலைப் பணியாளர், சில முறைகளைக் கையாண்டு இத்தோலை உரித்தெடுப்பதன் வாயிலாகப் பாம்புகள் கண் மங்கலிலிருந்து விடுபடும் என்று கருதுகின்றனர்.

- பா. ஆனந்தன்

துணைநூல். Deoras, *Snakes of India,* National Book Trust, New Delhi.

நல்லுருகு கலவை

இரு திண்மப் பொருள்களின் இருமைக் கலவைகளுள் மிகக் குறைவான உருகுநிலையைக் கொண்ட கலவைக்கு நல்லுருகு கலவை (eutectic mixture) எனப் பெயர். இரு பொருள்கள் திண்ம நிலையில் ஒன்றோடொன்று கலக்காதவாறும் (ஒன்றிலொன்று கரையாதவாறும்) நீர்ம நிலையில் ஒன்றோடொன்று முழுமையாகக் கலந்தவாறும் இருக்கக் கூடுமாயின், அவ்விரு பொருள்களும் நல்லுருகு கலவையை அளிக்க வல்லனவாகும். எடுத்துக்காட்டு களாக, காரீயம் - வெள்ளி, பிஸ்மத்- காட்மியம், காரீயம்- ஆன்டிமனி, சிலிகான்- அலுமினியம் ஆகிய கலவைகளைக் குறிப்பிடலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட ஈருலோகக் கலவை அமைப்பைப் பொறுத்தவரை, நல்லுருகு கலவையின் இயைபும், உருகுநிலையும் மாறிலிகளாகும். நல்லுருகு கலவை ஒரு தூய சேர்மத்தைப் போல் கூர்மையான உருகுநிலை கொண்டது. நுண்ணோக்கியைக் கொண்டு உற்று நோக்கினால்தான் அது ஒரு கலவை என்பதே புலப்படும். மேலும், அழுத்த வேறுபாட்டைத் தோற்றுவித்து நல்லுருகு கலவையின் இயைபை மாற்ற இயலும். தூய சேர்மத்தின் இயைபை இவ்வாறு மாற்ற இயலாது.

இருமைக் கூறுகளுள் ஒன்றினைக் கூடுதலாகச் சேர்த்தால் கலவையின் உறைநிலை உயரும். இக்கலவையின் அடர்த்தி, கரைதல் வெப்பம் போன்ற இயற்பியல் துணை அலகுகளின் எண் மதிப்புகள், கலவையின் கூறுகளுக்கான மதிப்புகளிலிருந்தும், கலவையின் இயைபு ஆகியவற்றிலிருந்தும் எளிதில் பெறக்கூடியவை.

இரு திண்மப் பொருள்களாலான பல்வேறு கலவைகளின் குளிர்வு கோடுகளிலிருந்து (cooling curves) நல்லுருகு கலவையின் உருகுநிலையை அறியலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட இருமை அமைப்பில், மற்றைய கலவைகளின் குளிர்வு கோடுகளில் மூன்று சாய்வு மாற்றங்கள் (தொடர்ச்சியின்மைப் புள்ளிகள்) அமைந்திருக்கையில், நல்லுருகு கலவையில் மட்டும் தூய பொருள்களைப் போன்று இரு சாய்வு மாற்றங்கள் மட்டுமே உள்ளன. மற்றைய கலவைகளின் குளிர்வு நிலைக் கோடுகளில் கிடைமட்டப் பகுதிகள் யாவும் சம வெப்பநிலையில், அதாவது நல்லுருகு கலவையின் உருகுநிலையில் அமைகின்றன.

நல்லுருகு கலவையை ஈயவல்ல இருமையமைப்பின் நிலைமைப் படத்தில் நீர்மநிலைக் கோடும் திண்மநிலைக்கோடும் சந்திக்கும் புள்ளியே நல்லுருகு புள்ளியாகும். இரு திண்மங்களும், ஒரு நீர்மமும், நீர்மக் கலவையும் சமநிலையில் உள்ளமையால் இது ஒரு மும்மைப் புள்ளி (triple point)ஆகும். மற்றைய கலவைகளை நீர்ம நிலையிலிருந்து குளிர்விக்கையில் உறையும் முதற் படிகம் கலவையின் இரு கூறுகளுள் ஒன்றாக இருக்கையில், நல்லுருகு கலவையை அவ்வாறு குளிர்விக்கையில் உறைதலின்போது நீர்மமும் திண்மமும் சம இயல்பு கொண்டிருக்கும்.

நல்லுருகு கலவைகள் உருகும் அடைப்பான்களைத் (fuse plugs) தயாரிக்கவும், பற்றாசு (solder) தயாரிக்கவும் பயனாகின்றன. உலோகங்கள் மட்டுமல்லாமல், ($KI-H_2O$போன்ற நீரேற்ற உப்பு வகைகளும் நல்லுருகு கலவையை அளிக்கவல்ல இருமை அமைப்புகளாகும். இக்கலவைகள் வெப்பப் பரிமாற்று ஊடகங்களாகவும், வடிவ அச்சுகளாகவும் பயனாகின்றன. இரும்பு கார்பன் நல்லுருகு கலவைகள் பற்றிய அறிவு வார்ப்பிரும்பு, எஃகு ஆகியவற்றில் வெப்பப் பதப்படுத்தலில் (heat treatment) நிகழும் மாற்றங்களை அறியவும், சிறு திருத்தங்களை மேற்கொள்ளவும் உதவும். நல்லுருகு உலோகக் கலவைகளை ஒரு திசையில் படிக வளர்ச்சி திசைக்கு இணையான திசையில் ஒழுங்காகத் திண்மமாக்கினால் மிக வலிவான கோவைப் பொருள்களைத் (composite materials) தயாரிக்கலாம். விசையாழிக் கத்திகளையும்

(turbine blades) மீகடத்துந் திறனுடைய அமைப்புகளையும் நல்லுருகு கலவைகளைக் கொண்டு அமைக்க வாய்ப்புள்ளது.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நலக்குறியீட்டு முறை

நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட செடியினைக் கண்டறிவதற்கு நலக்குறியீட்டு முறை (indexing method) மேற்கொள்ளப்படுகிறது. நச்சுயிரி நோயினால் தாக்கப்பட்டுள்ள செடிகளைக் கண்டறிவதிலும் நச்சுயிரிகளை இனங்காணுவதிலும் பல்வேறு நலக்குறியீட்டு முறைகள் துணை நிற்கின்றன.

நச்சுயிரி நோய்களைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு, பயிர்களில் நச்சுயிரி நோய்கள் தொற்றியிருப்பதைத் தொடக்கத்திலேயே அறிவதும் அவற்றை இனங்காணுவதும் இன்றியமையாதவை. சாறு (sap) மூலம் பரவும் நச்சுயிரி நோய்களைக் கண்டறிவதில் இடர்ப்பாடு இல்லை. ஆனால் கீழே குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட பயிர், நச்சுயிரி நோயினால் பாதிக்கப்பட்டிருப்பதனை எளிதில் அறிய முடிவதில்லை. அச்சூழ்நிலைகளாவன :

ஒரு குறிப்பிட்ட பயிரில் சிலவகைகளில் நச்சுயிரி இருந்தபோதிலும் நோயின் அறிகுறி வெளிப்படாமல் இருத்தல், நோயைக் கண்டறியப் பயன்படும் தனியிடம் சார்ந்த புள்ளிகளை வெளிப்படுத்தும் செடிகளில் (indicator plants) நோயின் அறிகுறி வெளிப்படும் காலம் கூடுதலாயிருத்தல், ஒரு குறிப்பிட்ட விருந்தோம்பியில் (host) பல நச்சுயிரிகள் ஒரே மாதிரியான அறிகுறிகளைத் தூண்டச் செய்தல், ஒரே செடியில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நச்சுயிரி நோய்கள் தோன்றி எளிதில் அறிந்துகொள்ள முடியாத மாறுபட்ட அறிகுறிகளைத் தோற்றுவித்தல்.

நோய் தோன்றும் செடிகளில் நச்சுயிரிகள் ஏற்படுத்தும் பல்வேறு விளைவுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு நோயினைக் கண்டறியும் முறைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. செடிகளில் தோன்றும் வெளிப்படையான அறிகுறிகள், அவற்றிற்குக் காரணமான நச்சுயிரிகளைக் கண்டறியத் துணை நிற்கின்றன. ஆனால் பெரும்பாலான நச்சுயிரி நோய்களில் வெளிப்புற அறிகுறிகளைத் தெளிவாகவும் விரைவாகவும் கண்டறிய முடிவதில்லை. அவற்றில் கீழ்க்குறிப்பிட்டுள்ள நலக்குறியீட்டு முறைகளைக் கையாண்டு நச்சுயிரிகளைக் கண்டறியலாம். அவை வேதிமுறை, நிணநீர்ச் சார்பு முறை, செடிநலம் குறிக்கும் பிற முறை என்பன.

வேதி முறை

நொதிச் சோதனை. சோடியம் பைசல்ஃபேட்டை 2, 6 டைகுளோரோஃபீனால் இண்டோஃபீனால் நிறம் மாறும் வரை சேர்த்துக் கலந்து வைக்க வேண்டும். கரைசலை நோயுற்ற செடியின் சாற்றுடன் கலந்தால் நீலநிறம் உண்டாகும். அதே சமயத்தில் நோயில்லாத செடியிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட சாறு எவ்வித நிற மாற்றத்தையும் உண்டாக்குவதில்லை.

புரதச் சோதனை. இச்சோதனை உருளைக்கிழங்கு நச்சுயிரி நோய்களைக் கிழங்குகளிலேயே கண்டறிவதற்குப் பயன்படுகிறது. இம்முறையில் உருளைக்கிழங்கின் சாற்றைக் கார நிலையிலுள்ள காப்பர் சல்ஃபேட் கரைசலுடன் கலக்க வேண்டும். நோயுற்ற செடியிலிருந்து எடுத்த கிழங்குச்சாறு செந்நீல நிறக்கலவையையும், நோய் இல்லாத செடியிலிருந்து எடுத்த கிழங்குச்சாறு மஞ்சள் நிறக்கலவையையும் தோற்றுவிக்கின்றன.

பாலிஃபீனால் சோதனை. நச்சுயிரி நோயுற்ற இலைகளைச் சாராயமும் ஃபார்மால்டிஹைடும் கலந்த நீர்மத்தில் போட்டுக் காய்ச்சிப் பச்சையத்தை (chlorophyll) நீக்க வேண்டும். பின்பு இந்த இலைகளைச் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு நீர்மத்தில் இட்டுக் காய்ச்ச வேண்டும். நீலநிறமாக மாறியிருந்தால் நோயுற்ற தன்மையைக் குறிக்கிறது. நோயுற்ற இலைகளில் ஃபீனால் தேங்குவதே இதற்குக் காரணமாகும்.

கார்போஹைட்ரேட் சோதனை. டிரிஸ்டிசா நோயுற்ற எலுமிச்சை இன மரங்களில் மொட்டுகள் இணையும் இடத்திற்குச் சற்று மேலுள்ள பகுதியின் பாரன்கைமாத் திசுக்களில் மாவுச்சத்து தேங்குகிறது. நோயுற்ற மரத்தின் இப்பகுதியைச் சிறிதளவு சுரண்டியபின் சாராயத்தில் கரைக்கப்பட்ட 3% அயோடின் கரைசலை இட்டால் அப்பகுதி நீலநிறமாக மாறுகிறது. நோயுற்ற பகுதியில் மாவுச்சத்து தேங்கியிருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும்.

நிற ஆய்வு. தாள் நிறச்சாரப்பிரிகையைப் (paper chromatography) பயன்படுத்தி நலிவு நோய் (decline) கண்ட எலுமிச்சை இலைகளையும் நோயில்லாத எலுமிச்சை இலைகளையும் பகுத்தறிந்ததில் நோயுற்ற செடியில் புதிய இரு கூட்டுப்பொருள்கள் தோன்றியிருத்தல் கண்டறியப்பட்டது. இயற்கைக்கு மாறான இக்கூட்டுப்பொருள்கள், நோயின் அறிகுறிகள் கண்ணுக்குப் புலப்படுவதற்கு முன்பாகவே தோன்றுவதால் இம்முறையைப் பயன்படுத்தி நோயினை அறிந்து கொள்ளலாம்.

உட்கரு அமிலச் சோதனை. அமிலம் சேர்க்கப்பட்ட சாராயத்தைப் பயன்படுத்தி எடுக்கப்பட்ட நோயுற்ற இலைச்சாறு 260 மில்லிமைக்கிரான் அளவில் ஒளியை மிகுதியாக ஈர்த்துக்கொள்வது நச்சுயிரில் ரிபோ நியூக்ளிய அமிலம் உள்ளமையைக் காட்டுகிறது.

நிணநீர்ச் சார்பு முறை. இது உருளைக்கிழங்கு, நச்சுயிரி நோய்களால் பாதிக்கப்பட்டுள்ளதை உணர்த்துவதற்குக் கடைப்பிடிக்கப்படுகிறது. நச்சுயிரிச் சாற்றினை முயலின் குருதியில் கலக்குமாறு உட்புகுத்தினால் அக்குருதியில் எதிர்ப்புப்பொருள்கள் (antibodies) உருவாகின்றன. இவ்வாறு உருவான எதிர்ப்புப் பொருள்களைக் கொண்ட குருதியிலிருந்து கிடைக்கும் நீர், எதிர் நிணநீர் (antiserum) ஆகும். ஒவ்வொரு வகை நச்சுயிரிக்கும் இவ்வகையில் தனித்தனியாக எதிர் நிணநீர் உருவாக்கப்படுகிறது. பயிர் எந்த நச்சுயிரினால் பாதிக்கப்பட்டிருக்கிறது எனத் தெரியாத நிலையில் அப்பயிர்ச் சாற்றினை ஒவ்வொரு வகை எதிர் நிணநீருடன் கலந்தால் சிலவற்றில் படிவு உண்டாகும். இப்படிவைக் கொண்டு நச்சுயிரியால் பயிர் பாதிக்கப்பட்டுள்ளமையை அறியலாம். சான்றாக உருளைக்கிழங்கு மிதத் தேமல் எதிர் நிணநீருடன் (potato virus x antiserum) உருளைக்கிழங்குச் செடிச்சாற்றைக் கலந்து படிவு ஏற்பட்டால் உருளைக்கிழங்கு, மிதத் தேமல் நச்சுயிரியால் தாக்கப்பட்டுள்ளமையை உறுதி செய்யலாம். படிவு ஏற்படவில்லையாயின் நச்சுயிரியால் பாதிக்கப்படவில்லை எனலாம்.

செடிநலம் குறிக்கும் பிற முறைகள்

கிழங்குக் குறியீட்டு முறை. நோயினால் பாதிக்கப்படாத உருளைக்கிழங்கினை உருவாக்குவதில் பரவலாகப் பயன்படுத்தும் முறைகள், கிழங்குக் குறியீட்டு முறை, கிழங்கின் ஒரு பகுதி நடவுமுறை ஆகியவையாகும். முதல் முறையில் ஒரு கிழங்கிலிருந்து ஒரு விதைத் துண்டு வீதம் நீக்கப்பட்டு நடப்படுகிறது. இச்செடியில் நச்சுயிரி நோய் தோன்றினால் முழுக்கிழங்கினையும் ஒதுக்கிவிட வேண்டும். இரண்டாம் முறையில் ஒரு கிழங்கிலுள்ள விதைத் துண்டுகள் அனைத்தையும் வெட்டியெடுத்து ஒரு வரிசையில் நடவேண்டும். ஒரு செடியில் நோயின் அறிகுறி தெரிந்தாலும் அந்த வரிசையிலுள்ள செடிகள் முழுவதும் அழிக்கப்படும். நோய்த் தாக்கவில்லையெனத் தெரிந்த பின் அவ்விதைக் கிழங்குகளிலிருந்து பெருக்கப்பட்ட கிழங்குகள் சான்றிதழுடன் பயிரிடுவோருக்கு வழங்கப்படுகின்றன.

உணர்த்தும் செடிகள். நச்சுயிரிகளை உணர்த்தும் செடிகளில் பயிர்ச்சாற்றைத் தடவினால் அச்செடிகளில் தனியிடம் சார்ந்த புள்ளிகள் (local lesions) தோன்றினால் அச்செடி நச்சுயிரி நோயினால் பாதிக்கப்பட்டிருக்கிறது என்பதை உறுதி செய்யலாம். நிகோடியானா கிலவெலண்டை என்னும் செடியைப் பயன்படுத்தி 41 வகை நச்சுயிரிகளை அறிந்து கொள்ளலாம். நிகோடியானா குளுட்டினோசா போன்ற செடிகளும் இம்முறையில் பயன்படுகின்றன.

- கா. சிவப்பிரகாசம்

துணைநூல். M.K. Corbett and H.D. Sister, *Plant Virology,* University of Floda Press, 1964.

நலிடிக்சிக் அமிலம்

இது ஒரு சிறுநீர்த் தாரை நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்து (urinary tract antibiotic) ஆகும். சிறுநீர்த்தடங்களில் நோயுண்டாக்கக் கூடிய பலவகைக் கிராம் எதிர் நுண்ணுயிர்களையும் (gram negative bacteria) தடுத்து முறிக்க வல்லது நலிடிக்சிக் அமிலம் (nalidixic acid) ஆகும். இது நுண்ணுயிரிகளின் டிஆக்சிரிபோ நியூக்ளியிக் அமிலத் தொகுப்பைத் (DNA synthesis) தடைப்படுத்தி, அவற்றைப் பெருகவிடாமல் செய்கிறது. எஸ்செரிக்சியா கோலை, புரோட்டியஸ் பினாபிலிஸ், கெளெப்சியலா (klebsiella), எண்டிரோபாக்டர், கோலிஃபார்ம்ஸ் முதலிய நுண்ணுயிரிகள் யாவும் இம்மருந்தின் மருந்தியல்புகளுக்குக் கட்டுப்படுபவை. சூடோமோனாஸ் வகைகள் மட்டும் இதற்குக் கட்டுப்படுவதில்லை.

ஊசி மருந்தாகச் செலுத்துவதைவிட, நலிடிக்சிக் அமிலத்தை மாத்திரையாக உட்கொள்ளும்போது விரைவில் உள்ளுறிஞ்சப்படும். பின்னர் குருதியில் கலக்கும் நலிடிக்சிக் அமிலம், அங்கு ஹைட்ராக்சி நலிடிக்சிக் அமிலமாக மாற்றப்படுகிறது. இரண்டு வேதிப் பொருள்களும் சிறுநீரகத்தால் குருதியினின்று பிரிக்கப்பட்டு, சிறுநீரில் வெளித் தள்ளப்படுகின்றன. இவ்வாறு இவை சிறுநீரில் பாயும்போது சிறு நீர்த்தடத்தில் செயலாற்றி நோயை அழிக்கின்றன. நலிடிக்சிக் அமிலத்தைவிட ஹைட்ராக்சி நலிடிக்சிக் அமிலமே, வலிமையிலும், வீரியத்திலும் சிறந்தது. மாத்திரையை உட்கொண்ட பின் ஏறத்தாழ 8-10 மணி நேரத்திற்குப் பின் குருதியில் இது காணப்படும்.

உறிஞ்சப்படும் நலிடிக்சிக் அமிலத்தில் சிறிதளவு கல்லீரலில் வேதி வினை மாற்றங்கள் அடையக்கூடும். பெரும்பான்மையோருக்கு இம்மருந்து பின் விளைவுகள் ஏற்படுத்துவதில்லை. சில சமயங்களில் எதிர்க்களிப்பு, வாந்தி, வயிற்றுவலி போன்றவை தோன்றும். சிலருக்கு உடலரிப்பு, தோலில் தடிப்புகள், செம்புள்ளிகள், காய்ச்சல், இருமல், ஈளை போன்ற அறிகுறிகள் உண்டாகலாம். அரிதாகப் பித்தநீர்த் தேக்கம், குருதிச் சோகை, வெள்ளணுக்குறை ஆகியவையும் ஏற்படலாம்.

இம்மருந்தை நீண்ட காலம் பயன்படுத்தும் சிலருக்குத் தலைவலி, மயக்கம், தள்ளாட்டம், களைப்பு, தலைச்சுற்றல், பார்வைக் கோளாறுகள், தசை நசிவு (muscular degeneration) போன்ற விளைவுகள் உருவாகலாம்.

மூளைக் குருதிக் குறைபாடு (cerebro vascular insufficiency) உள்ளோர், வலிப்பு நோயாளி ஆகியோரில் இது உடனடியாக வலிப்பை உண்டாக்கலாம். இரண்டு வாரங்களுக்கும் மேலாக இம்மருந்தை ஒருவர் உண்ண வேண்டிய தேவை ஏற்படின் அவருக்குக் கல்லீரல் செயலாற்று ஆய்வுகளையும் (liver function tests) குருதியணு அளவைகளையும் அவ்வப்போது கணிக்க வேண்டும்.

சிறுநீரில் வெளியேறும் நலிடிக்சிக் அமிலம், அச்சிறுநீர் சர்க்கரை ஆய்வுக்குக்கு உட்படுத்தப்படுகையில் தவறான கணிப்புகளைத் தரும். சிறுநீரில் சர்க்கரை இராத போதும், இருப்பது போன்ற தோற்றத்தை ஏற்படுத்தும். நலிடிக்சிக் அமிலத்தோடு நைட்ரோ ஃபியூரண்டாயின் மருந்தையும் ஒரே சமயத்தில் அளிப்பது கேட்டை ஏற்படுத்தும்.

- *சுதா சேஷய்யன்*

நலிவுறு எலும்பழற்சி

இதற்குப் பேஜட் நோய் என்ற பெயரும் உண்டு. காரணம் அறிய முடியாத இந்நோயில் எலும்புகள் மென்மையடைந்து பெரிதாக வளைந்துவிடுகின்றன. இந்நோய் 40 வயதிற்குப் பிறகே ஏற்படுகிறது. செல் இயல்படி நலிவுறு எலும்பபழற்சி (osteitis deformans) நோயில் எலும்புக் குருதி ஓட்டம் அதிகரித்து எலும்பு அரிக்கப்படுகிறது. குருதியில் அல்கலைன் பாஸ்ஃபட்டேஸ் அளவு மிகுதியாகிறது. (சாதாரண அளவு 40-100 அலகு/லி.) ஹைட்ராக்சிபுரோலின் சிறுநீரில் கூடுதலாக வெளிப்படுகிறது. எலும்புகள் பெரிதாவதுடன் சில இடங்களில் எலும்பு அடர்த்தி குறைந்தும் சில இடங்களில் அடர்த்தி மிகுந்தும் காணப்படும்.

ஆண்கள் பெரும்பான்மையாகப் பாதிக்கப்படுவதுடன், பரம்பரைக் கூறும் காணப்படுகிறது. வெளியே தெரியும் அறிகுறி எதுவும் இராவிடினும் தற்செயலாக எலும்பின் எக்ஸ் கதிர்ப் படங்கள் எடுக்கும்போது நோய் வெளிப்படுகிறது. சிலபோது குறிப்பாக மிகை எடையைத் தூக்கும்போது உண்டாகிறது. கூபகம், தொடை எலும்பு, நளக எலும்பு, கீழ் முதுகு முள்ளெலும்பு, கபால எலும்பு ஆகியவை பாதிக்கப்படுகின்றன. எலும்பில் குருதி ஓட்டம் மிகுந்துள்ளமையால், அந்தப் பகுதி வெப்பமாக இருக்கிறது. அரிதாக இதயத் தளர்வும் ஏற்படலாம். எலும்பு பெரிதாவதும் விகாரங்கள் தோன்றுவதும் ஏற்படலாம். தொடை எலும்பும், நளக எலும்பும் வளைவது இந்நோயின் முக்கிய அறிகுறியாகும். இடுப்பு மூட்டழற்சியும் ஏற்படலாம். மேலும் எளிதில் எலும்புகள் முறிகின்றன. கபால எலும்புப் பாதிப்பால் தலைவலி, செவிட்டுத்தன்மை ஆகியவையும் உண்டாகலாம். முள்ளெலும்புகளின் பாதிப்பால் இரு கால் செயலிழப்பு (paraplegia) ஏற்படும். நாளடைவில் பாதிக்கப்பட்ட எலும்புகள் சார்கோமா புற்றாக மாறலாம். குருதியில் கால்சியம், பாஸ்ஃபேட், அல்கலைன் பாஸ்ஃபடேஸ் ஆகியவற்றின் அளவு மிகுதியாகிறது. நோயின் தீவிர நிலையில் ஹைட்ராச்சிபுரோலின் சிறுநீரில் மிகையாக வெளிப்படுகிறது.

மருத்துவம். வலியைக் குறைக்கக் கால்சிடோனின் பயன்படுகிறது. சால்மன் கால்சிடோனின் 100 அலகில் தோல் அடி ஊசியாக வாரத்திற்கு மூன்று தடவையாக ஆறு மாதங்கள் கொடுக்கலாம். மித்ரோமைசீன், டைபாஸ்ஃபோனேட்டுகள் ஆகியவையும் ஓரளவு பயனளிக்கின்றன. நெடுங்காலம் ஓய்வு எடுத்தால் கால்சியத்தின் அளவு அதிகரித்து, சிறுநீரகக் கற்கள் உண்டாகலாம். நிறைய நீர் அருந்துவதன் மூலம் கால்சியத்தின் அளவை ஓரளவு குறைக்கலாம். மூட்டழற்சிக்கு, ஸ்டீராய்டு அல்லது அழற்சி எதிர் மருந்துகள் பயனளிக்கும். சிலபோது இடுப்பு மூட்டில் அறுவை பயனளிக்கும்.

- *அ. கதிரேசன்*

நலிவு நோய்கள்

பெரும்பான்மையான நலிவு நோய்கள் (degenerative disorders) மரபு நுட்ப அணுக் கோளாறைச் சேர்ந்தவை. சில பரம்பரை பரம்பரையாக வருபவை. சில எப்போதாவது காரணம் ஏதுமின்றித் தோன்றலாம். உடலின் எப்பகுதியிலும் நலிவு நோய்கள் தோன்றலாம். இருப்பினும் பெரும்பாலான நலிவு நோய்கள் நரம்பு மண்டலத்தையும் எலும்பு மூட்டுகளையும் பாதிக்கின்றன.

நரம்பு மண்டல நலிவு நோய்களில் பெருமூளைப் புறணி, அடித்தள நரம்புத் திரள்கள், அதன் கிளைகள், சிறுமூளை, தண்டுவடப் புற நரம்புகள் ஆகியவை பாதிக்கப்படுகின்றன. புற்று நோயைக் கூட சிலர் நலிவு நோயில் இணைத்துள்ளனர். இவற்றில் அல்சீமர் நோய், பிக் நோய் (Pick's disease), ஹட்டிங்டன் கொரியா, பார்க்கின்சன் நோய், ஹாலர்வார்டன்ஸ்பாட்ஸ் நோய், பெருமூளை-சிறுமூளைச் சிதைவு நோய், பரம்பரை இறுக்கத் தடுமாற்றம், ஃபிரெடரிக் தடுமாற்ற நடை இயக்க நரம்பு நோய், சார்கோட்-மெரி-டுத் நோய், பரம்பரை நரம்புத் தளர்ச்சி ஆகியவை அடங்கும்.

பெரும்பாலான வளர்சிதை மாற்ற நோய்களும், நலிவு நோய்களில் அடங்கும். பெருமளவில் பாதிக்கப்படுபவை எலும்பு மூட்டுகளாகும். முதிர்ச்சியால், மூட்டுகளும் அவற்றைச் சுற்றியுள்ள பந்தகங்களும், நாண்களும் கொழுப்புத் திசுக்களும் சீர்கெடுகின்றன. முதுகெலும்புள்ள எந்த உயிரினமும் எலும்பு மூட்டழற்சிக்கு உள்ளாகலாம். சில மனிதர்களில், 20-30 வயதிலேயே நலிவு நோய் அறிகுறிகள் தோன்றுகின்றன. பலரில் 60-70 வயதில்தான் இந்த அறிகுறிகள் உண்டாகின்றன. எலும்பு மூட்டழற்சியில், இணைப்புக் குருத்தெலும்புகள் அழிகின்றன. மூட்டுகளின் விளிம்புகளில் புதிய எலும்புகள் தோன்றுகின்றன. இதனால் அசைவுகள் பாதிக்கப்படுகின்றன.

கால் பந்து விளையாட்டுக்காரர்களுக்கு ஏற்படும் காயங்களின் இறுதி விளைவாக நலிவு நோய் தோன்றுகிறது. வளர்சிதை மாற்ற நலிவு நோய்க்குச் சான்றாகச் சார்கோட் மூட்டுகளைக் (charcot's joint) குறிப்பிடலாம். இதனால் செயலிழப்பு, பணியில் திறமைக் குறைவு, வேலை செய்ய இயலாமை போன்றவை உண்டாகின்றன. இடுப்பு, முழங்கால் முதுகெலும்பு, கைவிரல்கள் ஆகியவற்றின் மூட்டுகள் பெருமளவில் பாதிக்கப்படுகின்றன. பெண்களில் விரல்களும் முழங்கால் மூட்டுகளும், ஆண்களில் இடுப்பும் முதுகெலும்பு மூட்டுகளும் பாதிக்கப்படுகின்றன.

நலிவு நோய் சிலபோது ஹார்மோன்களின் கோளாறுகளாலும் ஏற்படலாம். நலிவு நோய்களுக்குப் பொதுவாகத் தனிப்பட்ட மருத்துவம் ஏதுமில்லை. ஓரளவு வலியையும், வீக்கத்தையும் குறைக்க இயலுமேயன்றி முன்னரே நிகழ்ந்த மாற்றங்களை மாற்றி அமைக்க முடியாது.

- அ. கதிரேசன்

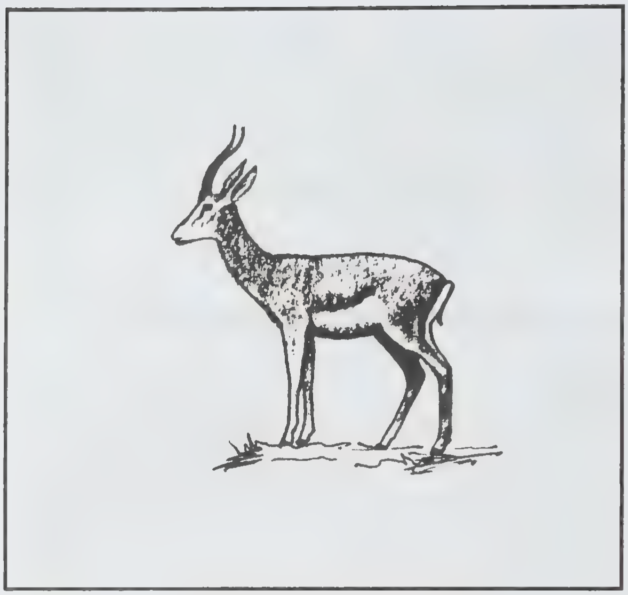
நவ்வி

சிறுமான் வகையான நவ்வியும் *(Gazella gazella)* ஆட்டுமான் இனமும் போவிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த விலங்குகளாகும். இவற்றை ஒரு தனித் தொகுதியாக எருது அல்லது ஆடுகளுடன் சேர்க்க முடியாது. உயிரியல் படிமலர்ச்சியைக் கருத்திற் கொண்டால் இவை அசைபோடும் விலங்குகளிலேயே முதன் முதலில் தோன்றியவை என்றும் மிகவும் பொதுவான அடிப்படை அமைப்புப் பண்புகளையுடைய இனங்களிலிருந்து தோன்றிய இத்தகைய இனத்தினின்று ஒரு கிளையாக எருதுகளும், மற்றொரு கிளையாக ஆடுகளும் தோன்றின என்றும் கருதுகின்றனர்.

பொது அமைப்பில் ஆட்டு மான் வகைகளும் சிறுமான் வகைகளும் போவிடேவைச் சேர்ந்த மற்ற இனங்களைப் போல உள்ளன. இவை அழகான உடல் கட்டுடன் காணப்படுகின்றன. பெண் விலங்கு கொம்புடனோ கொம்பின்றியோ காணப்படும். கொம்புகள் பொதுவாக நீள் உருளை வடிவத்திலோ யாழ் வடிவத்திலோ இருக்கின்றன. பொதுவாக எடுப்பான வளைய அமைப்புடைய கொம்புகளின் நடுத்தண்டு, எருது, ஆடு முதலியவற்றில் உள்ளது போல் தேன்கூடு போன்ற அமைப்பின்றி ஏறத்தாழ முழ நீளத்திற்கும் உட்கூடற்று விளங்கும்.

சிறுமான்கள் மண் நிறத்தில் இருக்கின்றன. முகத்தில் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் தெளிவான வெண்ணிறக் கோடு காணப்படும். இந்த முக அடையாளங்கள் திபெத்தில் வாழும் சிறுமான்களில் காணப்படவில்லை. நவ்வியின் முழங்கால்களில் கொத்தாக முடி வளர்ந்துள்ளமை இதன் சிறப்புப் பண்பாகும்.

திபெத்திய நவ்வி மித வெப்பமான திபெத்திய மேட்டு நிலங்களில் வாழ்கின்றது. மற்ற இனங்கள் வெப்பப் பகுதிகளில் வாழ்கின்றன. நவ்வி பெரும்பாலும் திறந்த



நவ்வி (Gazella gazella)

சமவெளிப் பகுதிகளிலும் புல்தரைகளிலும் வாழக்கூடியது. ஒரு காலத்தில் வட இந்தியச் சமவெளிப் பகுதிகளில் நன்றாக வாழ்ந்து பெரும் மந்தைகளாகத் திரிந்த நவ்விகள் மனிதனின் இடைவிடாத துன்புறுத்தல்களால் அருகி வருகின்றன. மந்தைகளாகச் சேர்ந்து வாழ்தல், இனப்பெருக்கப் பழக்கங்கள் போன்ற வாழ்க்கை முறைகளில் இவை பொதுவாகப் போவிடேவைச் சார்ந்த ஏனைய விலங்குகளை ஒத்துள்ளன.

சின்காரா அல்லது இந்திய நவ்வி *(Gazella bennetti).* இந்திய நவ்வி வடமேற்கு மற்றும் மத்திய இந்திய சமவெளி, தக்காணத்தின் தென்பகுதி, கிருஷ்ணா நதி வரையில் உள்ள திறந்த நிலப்பரப்பு ஆகிய இடங்களில் காணப்படுகிறது.

நவ்வி சிறிய ஒல்லியான அழகான உடல்கட்டு பெற்றுள்ளது. உடலின் மேற்பகுதி இளம் செந்தவிட்டு நிறமாகவும் பிட்டம் மற்றும் உடல் மருங்குகளுக்குக் கீழேயுள்ள பகுதி வெண்மையாகவும் காணப்படும். திபெத்திய நவ்வியின் வாலைச் சுற்றி எடுப்பாக அமைந்துள்ள வட்டமான வெண்ணிறத் திட்டு இதில் காணப்படவில்லை. முகத்தின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் வழக்கமாக உள்ள வெள்ளை நிறக்கோடும், மூக்குக்கு மேல் உள்ள கருநிறத்திட்டும் ஏனைய நவ்விகளை ஒத்தே காணப்படுகின்றன. ஆண் இனத்தின் கொம்புகளை முன் பக்கத்திலிருந்து பார்க்கும்போது, நேராக இருப்பன போலத் தோன்றும். பக்கத்தோற்றத்தில் ஓரளவு S போன்ற வடிவத்தில் வளைந்திருக்கும். கொம்பில் 15-25 வளைய அமைப்புகள் இருக்கின்றன. பெண் நவ்வியின் கொம்புகள் சற்று மென்மையானவை. கொம்புகள் இராத பெண் நவ்விகளும் உண்டு.

முழு வளர்ச்சியடைந்த ஆண் நவ்வியின் தோள் உயரம் ஏறத்தாழ 65செ.மீ., எடை 25கி.கி. பெற்றிருக்கும். கொம்புகள் சராசரியாக 25-30 செ.மீ. நீளம் வளர்கின்றன. ராஜபுதனத்திலும், வடமேற்கு இந்தியப் பகுதிகளிலும் வாழும் நவ்வியின் கொம்புகள் சற்று நீளம் மிகுந்தவை.

வாழ்க்கை முறை. இடையிடையே நீரோடைகள் உள்ள பயிரிடப்படாத நிலம், மலை இடுக்கு, கணவாய், பரவலான புதர்கள், அடர்த்தியற்ற புதர்க்காடு முதலிய இடங்களில் நவ்வி மேய்ந்து கொண்டுள்ளமையைக் காணலாம். பஞ்சாப் மாநில மலைகளில் 1500மீ. உயரம் வரை ஏறிச்சென்று அவ்விடங்களில் வாழ்கிறது. மனிதனைக் கண்டு அச்சப்படும் இவ்விலங்கு விளைச்சல் நிலங்களில் மிகுதியாகக் காணப்படுவதில்லை. நவ்வி பகற்பொழுதின் தொடக்கத்தில் படுத்துக் கிடந்து, பொழுது சாயும் மாலை நேரத்தில் வெளியே கிளம்புகிறது.

புற்களையும், இலைகளையும், பயிர்களையும், பூசணி, முலாம் பழம் போன்றவற்றையும் உணவாக உட்கொள்கின்றது. நவ்வியால் நீர் இன்றி நீண்ட நாள் வாழ முடிகிறது. வனப் பகுதிகளில் வாழும் நவ்வி, நீர் அருந்தாமலே உயிர் வாழ்வதாகக் கூறப்படுகிறது. பூண்டுகளின்றும் பனியினின்றும் கிடைக்கக்கூடிய ஈரத்தைப் பயன்படுத்திக் கொள்கிறது. ஆனால் நீர் கிடைக்கக்கூடிய நிலைகளில் குறிப்பாக வானிலை வெப்பம் மிகுதியாகவுள்ள நாள்களில் நீரைப் பருகுகிறது.

இந்திய ஆட்டு, மான் மந்தைகளைப் போன்று பெரிய மந்தையாக நவ்வி காணப்படுவதில்லை. 10 அல்லது 20 விலங்குகளாகச் சேர்ந்த சிறு கூட்டமாகவே வாழ்கின்றன. ஒரு முறையில் ஒன்று அல்லது இரண்டு குட்டிகள் ஈனுகின்றன. இனவிழைச்சுக் காலங்களில் (breeding season) ஆண் நவ்வி ஆட்டு மான் வகைகளைப் போன்றே போர்த் தினவு எடுத்துத் திரிகிறது.

- இரா. பக்தவச்சலம்

நளகம்

காலில் காணப்படும் வலிமைமிக்க, பெரிய நள என்புக்கு மேல், கீழ்ப் பகுதியும், தண்டுப்பகுதியும் உண்டு.

கீழ்ப்பகுதி, சிறுத்து உட்குழியில் முடியும். மேல் நோக்கிச் செல்ல விரிந்து இரு முண்டுப் பகுதியாக மாறும். தண்டுப் பகுதியின் உட்புறம் தோல் அடியில் உள்ளமையால் தொட்டுணர முடியும்.

மேற்பகுதியில் உள், வெளி முண்டுகளுடன் முன்பகுதியில் நளக முனையும் (tibial tubercle) காணப்படும். உள்முண்டுப் பகுதி குறுக்கு என்பின் உள்முண்டுப் பகுதியுடன் அசைவுறும். மூட்டுறை இதன் விளிம்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. வெளி முண்டுப் பகுதி, குறங்கு என்பின் வெளி முண்டுப்பகுதியுடன் அசைவுறும். இரு பகுதியின் மேற்புறத்தில் அர்த்த சந்திர வடிவுடைய குருத்தென்பு காணப்படும். மேற்புறத்தின் பின்புறம் சரவென்பு இணையுமிடம் காணப்படும். மேற்புறத்திலுள்ள முண்டிடைப் பகுதியில் ஒரு குன்றுப்பகுதி காணப்படும். இதனை முண்டிடைக் குன்று (intercondilar eminence) என்பர். இப்பகுதியில் காணப்படும் பல்வேறு பகுதிகள் வருமாறு : முன்னிருந்து பின்னாக நோக்க, உள் குருத்தென்பின் முன் கொம்பு, முன்குருசு இணையம், வெளிக்குருத்தென்பின் முன்கொம்பு, முண்டிடைக் குன்று, வெளிக் குருத்தென்பின் பின் கொம்பு, உட்குருத்தென்பின் பின் கொம்பு, பின் குருசு இணையம் ஆகியவை.

நளகம்

நளகத்தின் கீழ்ப்பகுதி. நளகத்தின் கீழ் முனையில் முன் மற்றும் உட்பகுதி வழவழப்பானது. இதனை வெளிப்புறத்திலிருந்து தசை நாண்கள் கடக்கின்றன. பின் பகுதியின் உட்பகுதியில் (posterior medial groove) உள்ள குழிந்த பகுதியில் பின் நளகத்தசை (tibialis posterior) நாண் காணப்படுவதுடன் பிளக்சார் டிஜிடோரம் லாங்கஸ் தசைநானை என்பிலிருந்து பிரிக்கிறது. இதற்கு வெளிப்புறம் பிளக்சார் ஹாலுசிஸ் லாங்கஸ் தசைநாண் சிரை மற்றும் நரம்புப் பகுதிக்குச் செல்லுகிறது. வெளிப்பகுதியில் முக்கோண வடிவுடைய மூட்டுப்பகுதி சரவென்புடன் கீழ் நளகச் சரவென்பு மூட்டினை உருவாக்குகிறது. நளவென்பின் அடிப்பகுதி பரட்டென்புடன் மூட்டினை ஏற்படுத்துகிறது.

உள்கெரண்டை. இது வெளிமுழிப் பக்கத்தை விடச் சற்று உயரத்திலும் முன்னோக்கியும் இருக்கும். கணுக்காலில் டெல்டாய்டு பந்தம் உள்கெரண்டை முனையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. உட்குழியின் உட்பகுதியில் உள்ள வளைந்த மூட்டுப்பகுதி பரட்டென்பின் உடல் பகுதியுடன் அசைவுறுகிறது. பின்பகுதியில் ஒரு குழிந்த பகுதி காணப்படுவதுடன், இதன் உள் முனையுடன் பிளக்சார் ரெடினாகுலம் (flexor retinaculum) இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

நளக என்பின் மேற்பகுதியில் ஏற்படும் என்புத் தொற்றும் அழற்சியும் முழங்கால் மூட்டைப் பாதிக்காதவாறு மூட்டுறை அமைக்கப்பட்டுள்ளது. நளவென்பு முறிவு மற்றும் சரவென்பு முறிவு தனித்தனியே நிகழும்போது அதிகம் நழுவா வண்ணம் ஒன்றுக்கொன்று சார்ந்து நிற்கும். நளவென்பு கீழ்ப்பகுதி முறிவின் வளைவைச் சரிசெய்யாவிடில் உடல் எடையைத் தாங்க இயலாமை ஏற்படும். இதனால் முறிந்த என்பு தவறான நிலையில் இணையவும் (mal union) காலங்கடந்து இணையவும் (delayed union) இணையாமல் போகவும் (non union) கூடும். ஒட்டு அறுவைக்கு, என்பைத் தோலடியில் உள்ள நளக என்பிலிருந்து எளிதில் எடுக்கலாம்.

கணுக்காலில் ஏற்படும் பல்வேறு என்பு முறிவுகளைப் பாட் என்பு முறிவு (Pott's fracture) என்பர். பாட் என்பு முறிவில் முதல் நிலையில் பாதம் ஒரு குழியினுள் வெளிப்புறம் மடங்கி விழுவதால் சரவென்பின் கீழ்முனை வளைந்து முறிகிறது. இரண்டாம் நிலையில் உள்முறிவும் மூன்றாம் நிலையில் நளகப் பரட்டென்பு மூட்டு நழுவலும் காணப்படும்.

- மா.ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

நவச்சாரம்

அம்மோனியம் உப்புகளில் முக்கியமான இதனைச் சால் அம்மோனியாக் (sal ammoniac), அம்மோனியம் குளோரைடு எனக் குறிப்பிடுவர். முன்பு இதனைச் சாதாரண உப்பும், ஒட்டகக் கழிவுப் பொருளும் கொண்ட கலவையைக் கொண்டு பதங்கமாதல் முறைப்படித் தயாரித்தனர். எரியும் ஒட்டகக் கழிவுப் பொருளின் புகையில் உள்ள அம்மோனியம் கார்போனேட், உப்புடன் வினைபுரியும்போது அம்மோனியம் குளோரைடு ஆவி உருவாகிறது. இதனைக் குளிர்விக்கும்போது அம்மோனியம் குளோரைடு பாத்திரத்தின் மூடியில் படிகிறது.

$$(NH_4)_2\,CO_3 + 2NaCl \text{ ---------> } Na_2\,CO_3 + 2NH_4Cl$$

தற்போது அம்மோனியம் குளோரைடு, மூலக்கூறு விகிதத்தில் எடுக்கப்பட்ட அம்மோனியம் சல்ஃபேட், சோடியம் குளோரைடு கரைசலைக் கொதிக்க வைப்பதன் மூலம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$NH_4SO_4 + 2NaCl \text{ ----------> } 2NH_4Cl + Na_2SO_4$$

சோடியம் சல்ஃபேட் அதிக வெப்பநிலையில் குறைந்த கரைதிறன் கொண்டுள்ளமையால் அது படிகமாக்கப் பட்டு நீக்கப்படுகிறது. சோடியம் சல்ஃபேட் நீக்கிய நீர்மத்தைக் குளிர்வித்தலினால் அம்மோனியம் குளோரைடு படிகங்கள் கிடைக்கின்றன. இது வாலை வடித்தல் முறையில் தூய்மையாக்கப்படுகிறது.

பண்புகள். அம்மோனியம் குளோரைடு எளிதில் ஆவியாகக் கூடிய உப்பு. இது உயர் வெப்பநிலையில் சிதைந்து அம்மோனியாவையும் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தையும் கொடுக்கிறது. 400°C வெப்பநிலையில், விக்டர் மேயர் முறைப்படி அளந்தறியப்படும் அம்மோனியம் குளோரைடு ஆவியின் அடர்த்தி NH_4Cl மூலக்கூறு வாய்பாட்டின் மூலம் கணக்கிடப்படும் அடர்த்தியில் பாதியாகும். இக்கூற்று, அம்மோனியம் குளோரைடு ஆவியின் அடர்த்தி மூலக்கூறு வாய்பாட்டின் மூலம் கணக்கிடப்படும் அடர்த்தியில் பாதியாகும். இக்கூற்று, அம்மோனியம் குளோரைடு மூலக்கூறு எளிதாக அம்மோனியா மூலக்கூறாகவும் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமில மூலக்கூறாகவும் சிதைவதிலிருந்து விளங்கும்.

இச்சிதைவு ஈரப்பதம் இருக்கும்போது மட்டுமே நடைபெறும். நீராவி முன்னிலையில் 300°C வெப்பநிலையில் இந்த வினை 67% வரை நடைபெறும். இந்த எளிதான சிதைவு வினை, உலோகங்களைப் பற்ற வைக்கும் இளக்கியாக அம்மோனியம் குளோரைடு பயன்படுவதை விளக்கும்.

பயன்கள். இது உலோகங்களைப் பற்ற வைப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. அம்மோனியம் குளோரைடு சிதைவதால் உண்டாகும் அமிலம் உலோக ஆக்சைடு பரப்பினைக் கரைப்பதால் தூய்மையான மேற்பரப்பு உருவாகிறது. இதனால் உலோகங்களைப் பற்ற வைப்பது எளிதாகிறது. இது லெக்லாஞ்சி மின்கலன் மற்றும் உலர் மின்கலன் களிலும் பயன்படுகிறது. மேலும் சாயத் துறையிலும், அச்சுத் துறையிலும் இடம் பெறுகிறது.

- க. சிவகாமி

- ச. சித்ரா

நவரத்தினம்

காண்க : மணிக்கற்கள்

நவீன நோய்க் கண்டுபிடிப்பு முறைகள்

மருத்துவ அறிவியலில் நோய்க் கண்டுபிடிப்பு முறைகளில் அவ்வப்போது புதிய மாற்றங்கள் ஏற்பட்டு வருகின்றன. இதனால் நவீன நோய்க் கண்டுபிடிப்பு முறைகள் பல நடைமுறைக்கு வந்துள்ளன. கால்நடைகளையும் மனிதர்களையும் தாக்கும் நோய்களை நுண்ணுயிர் நோய்கள், நச்சுயிர் நோய்கள், ஒட்டுண்ணி நோய்கள் என வகைப்படுத்தலாம். இந்நோய்களைக் கண்டறியப் பல்வேறு ஆய்வுமுறைகள் உள்ளன. நோய்க்குக் காரணமான நுண்ணுயிரியினை நேரடியாகச் சாயம் ஏற்றிய பின்பு நுண்ணோக்கி மூலம் கண்டறிவதிலிருந்து, நுண்ணுயிரிகள் DNA மூலக்கூறு அவற்றைச் சார்ந்தது தானா என அறிவது வரை பல்வேறு நவீன நோய்க் கண்டுபிடிப்பு முறைகள் கால்நடை மற்றும் மனித நோய் அறிவியலில் உள்ளன. இம்முறைகள் எடுத்துக்கொள்ளும் மிகக் குறுகிய நேரம், மிகத் துல்லியம், இயன்றவரை மிகக் குறைந்த திசு அல்லது ஊனீர் ஆகியவற்றைப் பொறுத்துக் கண்டுபிடிப்பு முறை மதிப்பீடு செய்யப்படுகிறது.

பொதுவாக நோய்க் கண்டுபிடிப்பு முறைகளில் எதிர்ச்செனி (antigen) எனப்படும் நுண்ணுயிரினைச் சார்ந்த பொருளும் இவற்றிற்கு எதிராக ஊனீரில் (serum) உற்பத்திச் செய்யப்படும் நோய் எதிர்ப்புப் பொருள்களும் (antibody) ஒன்று சேர்வதை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஆய்வுகள் நிகழ்த்தப்படுகின்றன. அக்ளூடினேஷன் ஆய்வு, அகார் ஜெல் வீழ்படிவு ஆய்வு போன்ற நோய்க் கண்டுபிடிப்பு முறைகள் செயல்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன.

ராக்கெட் எதிர் எலெக்ட்ரோ பாகுபாடு முறை. இம்முறையில் ஏனைய பழைய முறைகளைப் போன்றே எதிர்ச் செனி பொருளும், ஊனீரில் உற்பத்தி செய்யப்படும் நோய் எதிர்ப்பொருளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இம்முறையில் 1% அகரோஸ் எனப்படும் வேதிப்பொருளில், நோய் எதிர்ப்பொருள் 1மி.லி. அளவு கலந்து கெட்டியாக்கப்பட்டு, அதில் சிறு குழி உண்டாக்கி அதில் எதிர்ச் செனிப் பொருளை வைக்க வேண்டும். பின்பு மின்சாரம் செலுத்தும்போது, ராக்கெட் வடிவில் படிவு ஏற்படுத்துவது, எதிர்ச் செனியும் நோய் எதிர்ப் பொருளும் ஒன்றினை ஒன்று சார்ந்தவை எனக் குறிப்பிடுகிறது. கால்நடைகளைத் தாக்கும் வெக்கை நோயைக் கண்டறிய இம்முறை பெரிதும் உதவுகிறது. இம்முறை பிற முறைகளைவிடத் துல்லியமானது.

லேடக்ஸ் துகள்கள் மூலம் நோய் கண்டறியும் முறை. லேடக்ஸ் துகள்கள் ஒருவகைப் பிளாஸ்டிக் துகள்களாகும். இவ்வகை துகள்களின் மீது எதிர்ச்செனி பொருளையோ நோய் எதிர்ப்பொருளையோ பூசி நோய் கண்டறியப்படுகிறது. சான்றாக, மூட்டுவீக்க நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட நோயாளிகளின் ஊனீரில் நோய் எதிர்ப்பொருள் உள்ளதா எனக் கண்டறியப் பெரிதும் உதவுகிறது. அதாவது லேடக்ஸ் துகள்களின் மீது நுண்ணுயிர் எதிர்ச்செனியைப் பூசிவைத்துக் கொள்ள வேண்டும். அவ்வாறு பூசிய துகள்களையும், பாதிக்கப் பட்ட நோயாளியின் ஊனீரையும் கலக்கும்போது நோயாளிக்கு மூட்டு வீக்க நோய் பாதிப்பிருந்தால் அவை ஒட்டிக் கொள்ளும். தண்டுவடச் சவ்வுகளின் வீக்கம், கழிச்சல் உண்டாக்கும் ரோடா வகை போன்ற நுண்ணுயிரிகளைக் கண்டறியவும் இம்முறை பெரிதும் பயன்படுகிறது.

நோய் நுண்ணுயிரிகள் ஒட்டிக்கொள்ளும் முறை. ஸ்டெஃபைலோகாக்கை எனப்படும் நுண்ணுயிரி உற்பத்தி செய்யும் புரதம் 'A' எனப்படும் பொருளுடன் நோய் எதிர்ப் பொருளுக்குண்டான நோய் நுண்ணுயிரியைச் சேர்க்கும்போது அவை ஒட்டிக் கொள்கின்றன.

இந்நோய்க் கண்டுபிடிப்பு முறையின் அடிப்படை அறியத்தக்கது. முயல்களில் நோயுண்டாக்கும் நுண்ணுயிரைப் பலமுறை செலுத்தி, அதற்குண்டான நோய் எதிர்ப் பொருளை அம்மோனியம் சல்ஃபேட் உப்புக் கரைசல் கொண்டு தனிப்படுத்தி அத்துடன், ஸ்டெஃபைலோகாக்கஸ் ஆரியஸ் வகை நுண்ணுயிரி உற்பத்தி செய்யும் புரதப் பொருளைச் சேர்த்து வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். இந்த எதிர்ப்பொருளை 0.5 சதவீதத்தில் ஆய்வகத்தில் வைத்திருக்க வேண்டும். இவ்வாறு ஒவ்வொரு நுண்ணுயிரிக்கும் தனித்தனியே தயாரித்து வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். ஆய்வுக்குரிய நுண்ணுயிரிகளை ஆய்வகத்தில் கண்டறிய இந்த நோய் எதிர்ப்பொருள் புரதம் A சார்ந்த பொருளுடன், நுண்ணுயிரியைச் சேர்க்கும்போது அவை நோய் எதிர்ப் பொருளைச் சார்ந்த நுண்ணுயிராக இருந்தால் ஒட்டிக் கொள்வதைக் கண்டறியலாம். ஏறத்தாழ 30 நிமிடங்களுக்குள் முடிவை அறியலாம்.

சிவப்பணுக்கள் ஒட்டிக் கொள்ளும் மாற்று முறை. இம்முறையில் குருதிச் சிவப்பணுக்களுடன் நோய் எதிர்ப் பொருள் சேர்த்துவைத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இவ்வகையான குருதிச் சிவப்பணுக்களுடன், நோய் எதிர்ப்பொருளைச் சேர்க்கும்போது அவை ஒட்டிக் கொள்கின்றன. இம்முறையில் சாதாரண எதிர்ப் பொருளையே பயன்படுத்தலாம். ஒவ்வொரு நோய்க்கும் ஒருவகைக் குருதிச் சிவப்பணுக்கள் பயன்படும். இவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட சிவப்பணுக்களைக் குளுட்டரால்டிஹைடு எனப்படும் வேதிப் பொருள் கொண்டு பதப்படுத்தி ஓராண்டு வரை ஆய்வகத்தில் வைத்திருந்து நோயைக் கண்டறியலாம்.

ரேடியோ எதிர்க் கணிப்பு. இம்முறையில் கதிர்வீச்சு உலோகப் பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. இம்முறையினால் நோய் உண்டாக்கும் நுண்ணுயிரிகளோ நோய் எதிர்ப் பொருள்களோ எந்த அளவு உள்ளன எனத் துல்லியமாகக் கணிக்கலாம். இம்முறை எலிசா முறை போன்றதே ஆகும். ஐசோடோப் (I^{135}) சேர்க்கப்பட்ட, நோய் எதிர்ப்பொருள் அல்லது நுண்ணுயிரி தட்டில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. பின்பு எதிர்ச்செனி அல்லது நோய் எதிர்ப்பொருளைச் சேர்த்து, நன்கு கழுவியபின்பு கதிர்வீச்சின் அளவினை அதற்கான கருவியால் அளப்பது, எந்த அளவு எதிர்ச்செனி அல்லது நோய் எதிர்ப்பொருள் சேர்க்கை நடந்துள்ளது என அறிய உதவுகிறது. இம்முறை மஞ்சள் காமாலை நுண்ணுயிரி குருதியில் உள்ளதா என அறியப் பயன்படுகிறது. மேலும், நாளமில்லாச் சுரப்பிகளில் ஏற்படும் கோளாறைக் கண்டறியவும் பெரிதும் உதவுகிறது.

எலிசா நோய்க் கண்டுபிடிப்பு முறை. நொதிப்பொருள் சேர்ந்த எதிர்ச் சேர்க்கைக் கணிப்பு எனப்படும் இவ்வகை நோய்க் கண்டுபிடிப்பு முறை தற்போது நுண்ணுயிர் நோய்களைக் கண்டறியப்

பெரிதும் பயன்படுகிறது. இது மிகச் சரியாக நோயினை அறுதியிட உதவும். இம்முறையில் ஓரளவே திசு அல்லது ஊனீர் மாதிரிப் பொருள் தேவைப்படுகிறது. நோய் உண்டாக்கும் நுண்ணுயிரியை மட்டுமன்றி நோய் எதிர்ப் பொருள்களையும் கண்டறியப் பெரிதும் உதவுகிறது.

இம்முறையின் அடிப்படை நுண்ணுயிரி அல்லது நச்சுயிர் எதிர்ச்செனிப் பொருளுடன் நொதிப் பொருளைச் சேர்த்து அதற்குண்டான நோய் எதிர்ப்பொருளினைச் சேர்க்கும்போது அவை ஒன்றையொன்று சார்ந்தவையாக இருந்தால் சேர்க்கை ஏற்படுகிறது என்பதாகும். பின்பு, இச்சேர்க்கை நடந்துள்ளதா என அறிய நொதிப் பொருள் தாக்கக்கூடிய பொருளைச் சேர்க்க வேண்டும். இதனால் ஏற்படும் வேதி வினையைக் கண்டறிய நிறம் மாறும் ஒரு பொருளையும் சேர்க்க வேண்டும்.

இம்முறையில் நோய்க்கான எதிர்ப்பொருள் குருதியில் உண்டாகியுள்ளதா எனவும் அதன் அளவையும் கண்டறியலாம். நோய் உண்டாவதற்கு ஒரு சான்று குருதியில் அதற்கான நோய் எதிர்ப்பொருள் உருவாவதேயாகும். இவ்வாறாக நோயினைக் கண்டறிய எலிசா முறை நேர்முகமாகவும், சான்ட்விச் முறை மறைமுகமாகவும் பயனாகின்றன. நோயினைக் கண்டறிய இம்முறையில் குருதி மாதிரி ஓரளவே (மைக்ரோலிட்டர் அளவே) போதும். மேலும் இவ்வகைக் குருதி மாதிரியினை உறிஞ்சும் காகிதத்தில் சேகரித்து அனுப்பலாம்.

எலிசா முறையில் பல்வேறு வகையுள்ளது. நோய் நுண்ணுயிரி எதிர்ச்செனியைக் கண்டறிய, நோய் எதிர்ப்பொருளை இருவழியில் பயன்படுத்துதல் ஒரு முறையாகும். இம்முறையில் நுண்குழிகளைக் கொண்ட தட்டுகள் பயன்படுகின்றன. முதலில் நோய் எதிர்ப் பொருள்களைத் தட்டின் மீது பூசிய பின்பு ஆய்வுக்குரிய திசுவை அதன்மீது வைத்து நன்கு கழுவி, பின்பு மறுமுறை நொதிப் பொருள் கோத்த நோய் எதிர்ப்பொருளைச் சேர்த்துக் குழிகளை நன்கு கழுவி நொதிப்பொருள் வேதிவினை புரியக்கூடிய பொருளைச் சேர்த்து நிறமாற்றம் ஏற்பட உதவும் பொருளைச் சேர்த்து உண்டாகும் நிறமாற்றத்தின் அளவினை அதனைக் கணிக்கும் கருவி கொண்டு அளவிட வேண்டும். மாறும் நிறத்தின் அளவு கொண்டு, எந்த அளவு நுண்ணுயிரி உள்ளது என அறியலாம். இம்முறை முக்கியமாகக் குழந்தைகளுக்கு வயிற்றுப்போக்கை உண்டாக்கும் ரோடா வகை நச்சுயிரினைக் கண்டறியப் பெரிதும் உதவுகிறது.

மறைமுக எலிசா நோய்க் கண்டுபிடிப்பு முறை. இம்முறையில் எதிர்ச்செனி பொருளினை நுண்குமிழிகளில் பூசி, பின்பு நோய் எதிர்ப்பொருளைச் சேர்க்க வேண்டும். இரண்டும் சேர்வதற்குத் தக்க நேரம் அளிக்க வேண்டும். பின்பு நோய் எதிர்ப்பொருளுக்கும், எதிர்ப்பொருள் சேர்க்க வேண்டும். இத்துடன் நொதிப் பொருளினைக் கோத்திருக்க வேண்டும். எந்த அளவு சேர்க்கை நடந்துள்ளது என அறிய நொதி தாக்கும் பொருளையும் சேர்த்து நிறம் உண்டாகும் அளவு கணிக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் வேறு ஒட்டுண்ணி களால் ஏற்படும் நோய்களிலும், நுண்ணுயிரிகள், பூசணங்களால் ஏற்படும் நோய்களிலும் மிக அதிகமாகச் செயல்படுத்தப்பட்டு வருகிறது.

ஒருசெல் நோய் எதிர்ப்பொருள். கோஹலர், மைல்ஸ்டீன் ஆகிய அறிவியலார் 1975ஆம் ஆண்டு நோய் எதிர்ப்பொருள்களை உற்பத்தி செய்யும் முறையினைக் கண்டுபிடித்தனர். நோய்க் கண்டுபிடிப்பு முறையில் இது இன்றியமையாததாக விளங்கியது. இதன் அடிப்படைத் தத்துவம் நோய் எதிர்ப்பொருள் உண்டாக்கும் செல்களுடன் மைலோமா எனும் புற்று நோய்ச் செல்களை இணைப்பதேயாகும். இவ்வகை இணைந்த செல்கள், தொடர்ந்து நோய் எதிர்ப் பொருளை உற்பத்தி செய்யும் பண்பையும் மைலோமா புற்று நோய் செல்களுக்குண்டான இனப்பெருக்கம் செய்யும் திறனையும் பெற்றிருக்கும். இதனால் கலப்பில்லாத தூய நோய் எதிர்ப் பொருளைக் கொண்டு நுண்ணுயிரியின் பல்வேறு பகுதிகளின் நோக்கங்களைப் பற்றி ஆய்வு செய்யலாம். நுண்ணுயிரிகளையும் வகைப்படுத்தலாம். நோயுண்டாக்கும் நுண்ணுயிரிகளையும் நோய் ஏற்படுத்தாத அதே வகை நுண்ணுயிரிகளையும் தனித்தனியே பிரிக்கலாம். ஒரு செல் நோய் எதிர்ப்பொருள் ஆய்வு முறை நச்சுயிர் நோய்கள் மட்டுமல்லாமல் நுண்ணுயிர் நோய்களுக்கும் ஒட்டுண்ணி நோய்களுக்கும் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. ஒரு செல் நோய் எதிர்ப்பொருள் எதிர்ச்செனி இணையும் பகுதியினைத் துல்லியமாகக் கண்டறியப் பெரிதும் உதவுகிறது. ஒரு செல் நோய் எதிர்ப்பொருள், நாளமில்லாச் சுரப்பிகளைப் பற்றி ஆய்வு செய்யப் பெரிதும் உதவுகிறது.

DNA புலன்கள். நுண்ணுயிரிகளின் DNA மூலக்கூறின் அதற்கே உரித்தான தனிப்பட்ட துண்டுப் பகுதியினைக் கொண்டு நுண்ணுயிரிகளைக் கண்டறிவது தற்போது நோய்களைக் கண்டறியும் முறைகளில் மிக

நவீனமானது. நுண்ணுயிரிகளின் DNA மூலக்கூறு பல்வேறு பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது. இப்பகுதிகளில் பல, நுண்ணுயிரிகளில் ஒன்றாகவே இருக்கும். குறிப்பிட்ட ஒரு பகுதி அவ்வகை நுண்ணுயிரிக்கு மட்டும் உரித்ததாக இருக்கும். இவ்வகைப் புலன்களைப் பிரித்து அவற்றுடன் ஐசோடோப்புகளைச் சேர்த்து, நோயுண்டாக்கும் நுண்ணுயிரியைத் தனியே பிரித்தறிதலே பெரிதும் உதவும். இவ்வாறு ஒரு நோய்க்குண்டான தனியான புலன்களைக் கண்டறிவது எளிதன்று. ஒவ்வொரு பகுதியினையும் தனித்தனியே பிரித்து அவை ஒன்றா, தனி வகையா எனக் கண்டறியப் பல நாள்கள் ஆகலாம். இவ்வாறு கண்டறியப்பட்ட புலன்கள் நோயினைக் கண்டறியப் பெரிதும் உதவுகின்றன. ஒவ்வொரு நோய்க்கும் ஒரு புலன் தற்போது தயாரிக்கப்பட்டும், தயாரிப்பிலும் உள்ளது. நுண்ணுயிரிகள் ஒன்றையொன்று சேர்ந்தனவையா, மரபியல் அடிப்படையில் ஒன்றானவையா, படி மலர்ச்சியில் அவற்றிற்கு உண்டான தொடர்பு, நுண்ணுயிரிகளைப் பாகுபாடு செய்தல் ஆகியவற்றிற்கு இப்புலன்கள் பெரிதும் உதவுகின்றன.

இவ்வகையில் புலன்களைப் பயன்படுத்திப் பாதிக்கப்பட்ட 1 கிராம் திசுக்களிலிருந்தும், நோயினைக் கண்டறியலாம். வெக்கை நோய், நீல நாக்கு நோய் போன்ற கால்நடைகளைத் தாக்கும் நச்சுயிரி நோய்களுக்கு இப்புலன்கள் பெரிதும் பயனாகின்றன.

மேற்குப் புள்ளிக்கறை சேர்க்கை. இம்முறையில் நச்சுயிரிகள் புரதப்பொருள்கள் தனிப்படுத்தப்பட்டு, பேஜ் (page) எனப்படும் முறையில் தனித்தனியே பிரிக்கப்பட்டு, நோய் எதிர்ப்பொருள் கொண்டு சேர்க்கை கண்டறியப்படும். இம்முறையில் ஒரு செல் மூலம் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட நோய் எதிர்ப் பொருளையும் பயன்படுத்தலாம்.

தெற்குப் புள்ளிக்கறை சேர்க்கை முறை. இம்முறையில் நுண்ணுயிரிகள் DNA பொருள் பிரிக்கப்பட்டு நைட்ரோ செல்லுலோஸ் அல்லது நைலான் சவ்வு மீது மாற்றப்பட்டு, ஐசோடோப் சேர்க்கப்பட்ட புலன்கள் சேர்த்து நோய் ஆய்வு செய்யப்படுகிறது. ஐசோடோப் சேர்க்கப்பட்ட DNA புலன்களுடன் நோய் நுண்ணுயிரிப் புலன்கள் சேரும்போது ஏற்படும் வினையால் எக்ஸ் கதிர்ப் படத்தின் மீது புள்ளிகள் ஏற்படுகின்றன.

வடக்குப் புள்ளிச் சேர்க்கை முறை. வடக்குப்புள்ளிச் சேர்க்கை எனப்படும் நோய் ஆய்வு முறை, நச்சுயிரி நோய்களைக் கண்டறியப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. இம்முறையில் நச்சுரியிரியின் தனித்தன்மை வாய்ந்த RNA பகுதி துல்லியமாகக் கண்டறியப்படுகிறது. நச்சுயிரினை வளர்த்தோ பாதிக்கப்பட்ட திசுக்களிலிருந்தோ RNA பொருளைப் பிரித்து அத்துடன் ஐசோடோப் சேர்த்த புலன்களைச் சேர்த்து, நைட்ரோ செல்லுலோஸ் அல்லது நைலான் வகைச் சவ்வுப் பொருளின் மீது இந்த ஆய்வு மேற்கொள்ளப்படுகிறது. எக்ஸ் கதிர்ப் படத்தைக் கொண்டு முடிவு கண்டறியப்படுகிறது. எக்ஸ் கதிர்ப்படத்தின் மீது கரும்புள்ளி உண்டாவது இனக்கலப்பாக்கலை (hybridisation) உறுதிப் படுத்துகிறது. இந்நோய்க் கண்டுபிடிப்பு முறை வெக்கை நோய், நீலநாக்கு நோய், கோமாரி நோய் ஆகியவற்றைக் கண்டறியப் பெரிதும் உதவுகிறது.

இறந்த கால்நடைகளின் திசுக்களிலும், இந்த ஆய்வைக் கையாளலாம். சான்றாக, வெக்கை நோயில் இறந்த கால்நடைகளில் மண்ணீரல் நிணநீர்க்கணுக்களிலிருந்து திசுவினை ஆய்வகத்திற்குப் பனிக்கட்டி மூலம் கொண்டுவர வேண்டும். 1 கிராம் அளவு திசுவினை அரைத்து RNA பொருளைத் தனிப்படுத்தி, நைட்ரோ செல்லுலோஸ் அல்லது நைலான் சவ்வுப் பொருள்மீது ஏற்றிக் கொள்ள வேண்டும். இத்துடன் ஐசோடோப் அடங்கிய புலனைச் சேர்த்து மிகக் கடுமையான நிலையில் கழுவ வேண்டும். இவ்வாறு கழுவிய பின்பு எக்ஸ் கதிர்ப் படத்துடன் சேர்த்துக் குளிர்சாதனப் பெட்டியில் வைத்து மறுநாள் கழுவும்போது கரும்புள்ளி தோன்றுவது நோயினை உறுதி செய்கிறது.

புள்ளிக் கறை சேர்க்கை (dot blot hybridisation). இது வடக்குப்புள்ளிச் சேர்க்கை போன்றதே ஆனாலும், இம்முறையில் திசு RNA இலிருந்து நச்சுயிரி RNA தனிப்படுத்தப்படுவதில்லை. இது வடக்குப்புள்ளிச் சேர்க்கை முறையை விட வேகமாகவும், எளிதாகவும் செயல்படுகிறது. இம்முறையில் RNA பொருள் பேஜ் எனப்படும் முறையில் பிரிக்கப்பட்டு ஒற்றியெடுக்கப்பட்ட பின்பு புலன்கள் மூலம் கண்டறியப்படுகிறது. ஆனால் புள்ளிக் கறை முறையில் திசு அல்லது திசு வளர் நச்சுயிரியிலிருந்து RNA தனிப்படுத்தப்பட்டுச் சவ்வின் மீது ஒற்றியெடுக்கப்பட்டுப் புலன்கள் மூலம் கண்டறியப் படுகிறது.

பாலிமரேஸ் சங்கிலித் தொடர்புச் செயல்முறை (polymerase chain reaction). நோய் ஆய்வில் பயன்படும் நவீன முறை இது. இம்முறையில் DNA துண்டுகள் பாலிமரேஸ் எனப்படும் நொதிப்பொருள்கள் மூலம் பெரிதாக்கப்பட்டு, ஐசோடோப்புகள் சேர்க்கப்பட்ட புலன்கள் மூலம் கண்டுபிடிக்கப்படும். இம்முறையில் மிக நுண்ணிய அளவு பாதிக்கப்பட்ட திசு அல்லது குருதியிலிருந்தும் நுண்ணுயிரி RNA மூலக்கூறு பொருளைக் கண்டறிய உதவும்.

- வே. புருஷோத்தமன்

நழுவல் இணை

அடுத்தடுத்த இரண்டு பிணைகள் (links) கொண்ட அமைப்பில் ஒரு பிணையின் அசைவு, மற்றப் பிணையின் அசைவைப் பொறுத்து அமையும் அமைப்பிற்கு நழுவல் இணை (sliding pair) எனப் பெயர். கீழ் இணை அல்லது அடைப்பட்ட இணையின் அசைவு, அந்த இணையின் பிணைகளின் வடிவமைப்பைப் பொறுத்து மாறுபடும். சுழலும் இணை (pair) எப்போதும் கீழ் இணையாகவும், பிணைகளின் இடைபட்ட இணைப்பு, பிணைப்பு ஊசி இணைப்புக்கு இணையாகப் பிணைப்பூசியைச் சுற்றி உள்ளுறையைக் (bushing) கொண்டதாகவும் இருக்கும்.

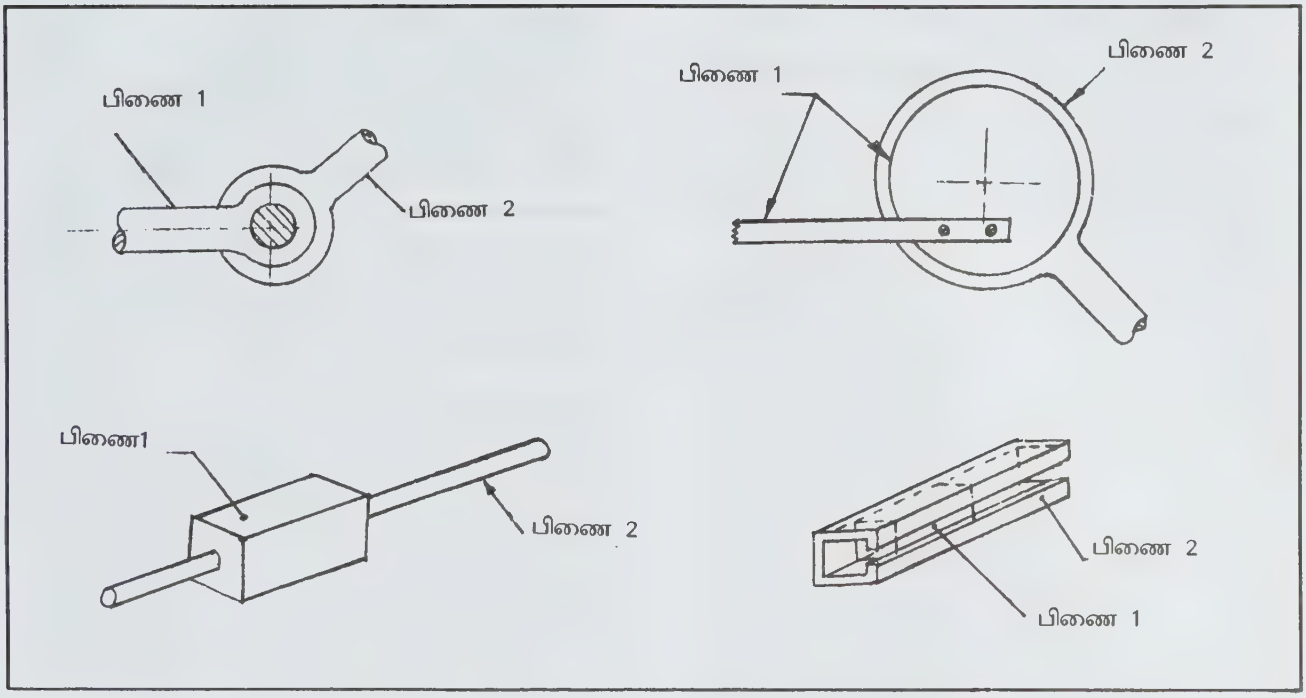
அடைப்பட்ட நழுவல் இணைத் தண்டுக்குத் தக்கவாறு நழுவல் கட்டை ஒன்றிணையும் அல்லது மற்றொரு பிணையின் மீது எந்திர வகையில் இயக்கம் கொண்டிருக்கும். மேற்புற இணை அல்லது திறந்த நிலை இணை, பிணைகளுக்கு இடையேயுள்ள இணைப்பைப் பராமரிக்க துணை விசை தேவைப்படுகிறது. இவ்விசை,புவிஈர்ப்பு மூலமாகவோ ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப்பட்ட சுழலும் தளங்களின் மூலமாகவோ உருவாகிறது. படம்: **பக்கம் 95**

- வி. சண்முகசுந்தரம்

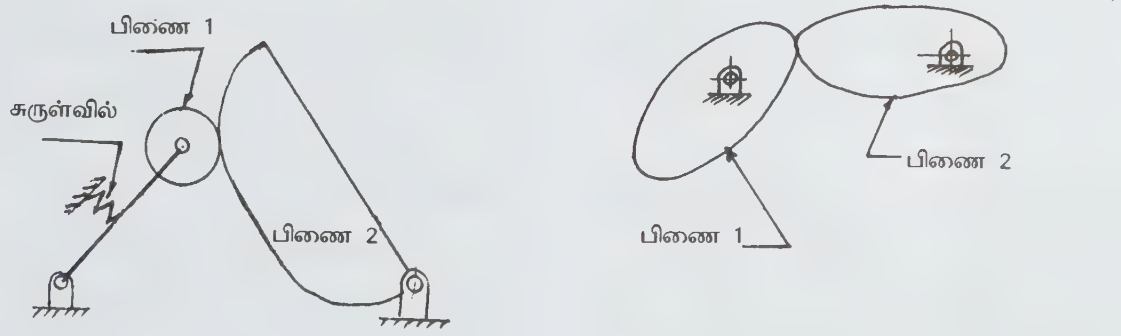
நழுவு சட்டம்

கணிதத்தின் அடிப்படைச் செயல்களான கூட்டல், கழித்தல், பெருக்கல், வகுத்தல் ஆகியவற்றை விரைவாகவும், துல்லியமாகவும் செயற்படுத்துவதற்கு ஏற்ற அட்டவணைகளையும், கருவிகளையும் தயாரிப்பதில் முன்னோர் மிகவும் ஆர்வமுடையவராய் விளங்கினர். 1620ல் ஜான் நேப்பியர் என்பார் மடக்கைகளைக் கண்டுபிடித்து அவற்றிற்குரிய அட்டவணை ஒன்றை வெளியிட்டார். பின்னர் எட்மண்ட் கண்டர் என்பார் இரண்டு அடிநீளம் கொண்ட இரண்டு சட்டங்களில் மடக்கை அளவுகோல்களைப் பொறித்து மேல் ஒன்று, கீழ் ஒன்றாக வைத்துக் கூட்டலையும் கழித்தலையும் செயற்படுத்திக் காட்டினார். 1621இல் வில்லியம் ஆட்ரெட் என்பார் மேற்சொன்ன கருவில் மேலும் சில அளவுகோல்களை உட்புகுத்திக் கூட்டல், கழித்தல், பெருக்கல், வகுத்தல் ஆகியவற்றைச் செயற்படுத்திக் காட்டினார். இக்கருவியின் மேம்படுத்தப்பட்ட அமைப்பே தற்காலத்தில் நழுவு சட்டம் (slide rule) எனப்படுகிறது. எனவே, நழுவு சட்டத்தைக் கண்டுபிடித்த பெருமை வில்லியம் ஆட்ரெட்டையே சாரும். கணிப்பான்களும், கணிப்பொறிகளும் பழக்கத்திற்கு வருவதற்கு முன்பாக மிகவும் பயனுள்ளதாக விளங்கிய நழுவு சட்டத்தின் அமைப்பை 1850-ஆம் ஆண்டிலேயே வடிவமைத்துத் தந்தவர் அமெதி மன்ஹிம் என்னும் பிரெஞ்சு ராணுவ அதிகாரியாவார். சட்டைப் பைக்குள் வைத்துக் கொள்ள வசதியாக ஐந்து அங்குலம் நீளமுள்ள நழுவு சட்டமும், மேசையில் வைத்துக் கணிப்பதற்கு வசதியாக இருபது அங்குல நீளமுள்ள நழுவு சட்டமும், இவையிரண்டுக்கும் இடைபட்ட பத்து அங்குல நீளமுள்ள நழுவு சட்டமும் புழக்கத்திலுள்ளன. ஒரு நழுவு சட்டம் பின்வரும் 3 பகுதிகளைக் கொண்டது. அவை உடற்பகுதி, நழுவுகை, குறிப்பான் என்பன. உடற்பகுதி ஒரு நிலையான பகுதியாகும். இதன் மேல், கீழ்ப் பாதிகள் இறுக்கமாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இதன் நடுவே இயங்கும் தன்மையுடைய நழுவுகையிருக்கும். இது உடற்பகுதியின்மீது நழுவி முன் பின்னாகச் செல்லக்கூடியது. அளக்கப்படும் அளவுகளைத் துல்லியமாக அறியக் குறிப்பானும் அதற்கு நடுவே இருக்கும் மயிரிழை போன்ற கோடும் உதவுகின்றன. நன்கு மேம்படுத்தப்பட்ட ஒரு நழுவு சட்டத்தைப் பயன்படுத்திப் பெருக்கல், வகுத்தல், தலைகீழ், மடக்கை. வர்க்கம், கன அடுக்கு, பின்ன அடுக்கு, பின்ன மூலம், திரிகோணச் சார்புகளின் மதிப்புகள் ஆகியவற்றைக் காணலாம். இவற்றைச் சாத்தியமாக்குவதற்கு வசதியாக நழுவு சட்டத்தில் பலவகை அளவுகோல்கள் உண்டு.

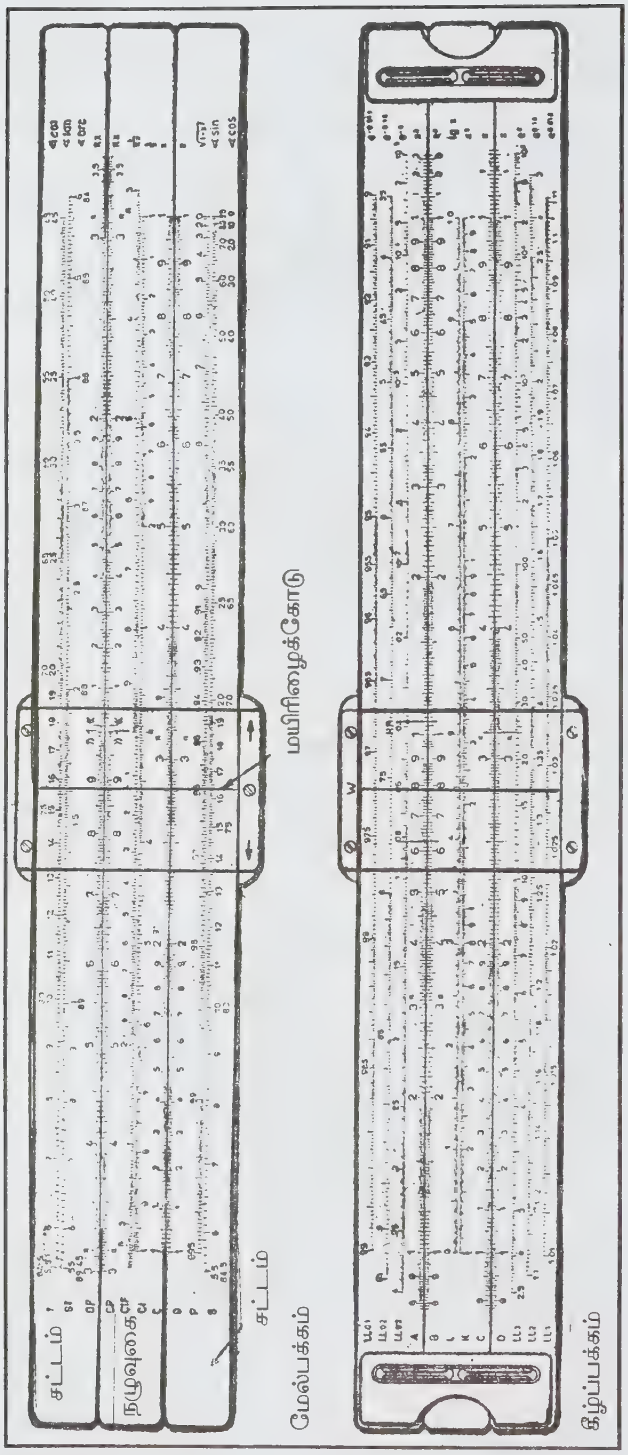
C,D-அளவுகோல்கள். C-அளவுகோல் நழுவுகையின் கீழ் விளிம்பிலும், அதனை ஒட்டினாற்போல் உடற்பகுதியில் D-அளவுகோலும் இருக்கும். இவை ஒரே மாதிரியான, மடக்கை அளவுகோல்களாகும்.



படம் 1. எந்திரப் பிணை கொண்ட கீழ்ப்புற நழுவல் இணை



படம் 2. எந்திரப் பிணை கொண்ட மேல்புற நழுவல் இணை



இவற்றில் 1,2,3, ... 9,1 ஆகிய எண்கள் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். 1-க்கும் 2 க்கும் இடைப்பட்ட பகுதி மேலும் சிறு பிரிவுகளாக 1,2,3, ... 9 ஆகிய எண்களால் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும்.

A,B-அளவுகோல்கள். நழுவுகையின் மேல் விளிம்பில் B-அளவுகோலும், அதனை ஒட்டினாற் போல், அதற்கு மேற்புறமாக உடற்பகுதியில் A-அளவுகோலும் உள்ளன. இவற்றில் முக்கியமான பிரிவுகளான 1,2,3,........ 10 பிறகு 20,30, ...100 ஆகியவை இடமிருந்து வலமாகக் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. A-அளவுகோலிலுள்ள ஒவ்வோர் எண்ணும், D-அளவுகோலிலுள்ள அதற்கு ஒத்த எண்ணின் வர்க்கத்தைக் குறிக்கும். A, B-அளவுகோல்கள் C, D அளவுகோல்களுடன் இணைந்து வர்க்கங்கள் அல்லது வர்க்கமூலங்களைக் காணப் பயன்படுத்தப்படும்.

K அளவுகோல். நழுவுகையில் C அளவுகோலுக்குச் சற்று மேலாக விளங்குகிறது. இதில் 3 பிரிவுகள் உண்டு. முதல் பிரிவில் 1, 2,.......10 எனவும், இரண்டாம் பிரிவில் 20, 30, ...100 எனவும், மூன்றாம் பிரிவில் 200,300.........1000 எனவும் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். இதுவும் ஒரு மடக்கை அளவு கோலாகும். இதிலுள்ள ஒவ்வோர் எண்ணும் C-அளவுகோலிலுள்ள ஒத்த எண்ணின் கணத்தைத் தரும். கணமூலங்களையும் இந்த அளவுகோலின் உதவியால் காணமுடியும்.

L அளவுகோல். இது K-அளவுகோலுக்குச் சற்று மேலாக இருக்கும். C-அளவுகோலிலுள்ள ஒத்த எண்களுக்கு மடக்கை காண உதவும்.

CF, DF அளவுகோல்கள். இவை இரண்டுமே ஒரே மாதிரியான அளவுகோல்களாகும். இவற்றில் CF-அளவுகோல் நழுவுகையின்மேல் விளிம்பிலும், மற்றது உடற்பகுதியில் CFஅளவுகோலுக்கு அடுத்தும் அமைந்திருக்கும். C,D அளவுகோல்களிலுள்ள எண்களின் மடங்குகள் CF, DF - அளவுகோல்களில் தரப்பட்டிருக்கும்.

C, CF- அளவுகோல்கள். C-அளவுகோலுக்குச் சற்று மேலாகவும், நழுவுகையின் மீதும் அமைந்திருப்பது C-அளவுகோலாகும். இதனை வலமிருப்பது இடமாகப் படிக்க வேண்டும். C-அளவுகோலிலுள்ள ஒத்த எண்களில் தலைகீழ்களை இதனின்றும் பெறலாம். நழுவுகையில் C-அளவுகோலுக்குச் சற்று மேலாக CF - இருப்பது அளவுகோலாகும். C-அளவுகோலிலுள்ள ஒத்த எண்களின் தலைகீழ்ப் பெருக்கற் பலன்களை இதன் மூலம் பெறமுடியும்.

LL, LLO அளவுகோல்கள். இவை மடக்கைக்கு மடக்கை காணப் பயன்படுத்தப்படும் அளவுகோல்கள்

ஆகும். இவற்றில் முறையே 1.01லிருந்து 10^{-5} மற்றும் 0.99 லிருந்து 10^{5} வரை குறிக்கப்பட்டிருக்கும். ஒவ்வொன்றும் LL1, LL2, LL3 மற்றும் LL01, LL02, LL03 என மும்மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். அளவுகோலைப் பயன்படுத்திப் பின்ன அடுக்குகளையும் 1-ஐ விடப் பெரிய எண்களின் மூலங்களையும் LLO-அளவுகோலைப் பயன்படுத்தி 1-ஐ விடக் குறைவான எண்களின் மூலங்களையும் காணமுடியும்.

S,T அளவுகோல். S-அளவுகோல் என்பது திரிகோணச் சார்புகளான sine அல்லது cosine களின் மதிப்புகளை அறிய உதவும். உடற்பகுதியின் அடிவிளிம்பில் 5.5' இலிருந்து 90' இடமிருந்து வலமாகக் கறுப்பு வண்ணத்திலும், 0' இலிருந்து 84.5' வரை வலமிருந்து இடமாகச் சிவப்பு வண்ணத்திலும் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். 5.5' இலிருந்து 90' வரையிலான கோணங்களின் sine மதிப்புகளை D - அளவுகோலில் அதற்கு ஒத்த எண்களை 1/10 ஆல் பெருக்கி அடையலாம். இதேபோல் 0^0 இலிருந்து 84.5^0 வரையிலான கோணங்களின் cosine மதிப்புகளை D அளவுகோலிலுள்ள ஒத்த எண்களை 1/10ஆல் பெருக்கி அடையலாம். எடுத்துக்காட்டாக S-ல் உள்ள 30^0 என்பது D-அளவுகோலிலுள்ள 5- என்னும் எண்ணுக்கு நேராகவுள்ளது. எனவே sin 30^0 -ன் மதிப்பை 5-ஐ 1/10-ஆல் பெருக்கியடையலாம். அதாவது sin 30^0 -அளவுகோல் உடற்பகுதியின் உச்சியில் உள்ளது. இதில் இடமிருந்து வலமாகக் கறுப்பு நிறத்தில் 5.5' 10'.......45' வரையும், வலமிருந்து இடமாக 45', 50' ....84.5' வரையும் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். 5.5' இலிருந்து 45' வரையிலான கோணங்களின் tan மதிப்புகளையும் 45' இலிருந்து 84.5 வரையிலான கோணங்களின் cot மதிப்புகளையும் D- அளவுகோலில் உள்ள எண்களை 1/10ஆல் பெருக்கி அடையலாம். நழுவு சட்டத்தைப் பயன்படுத்தி x, y என்னும் ஏதேனும் இரண்டு எண்களின் பெருக்கற்பலனைக் காணும் முறை பின்வருமாறு : C- அளவுகோலிலுள்ள 1-ஐ, D-அளவுகோலிலுள்ள x- உடன் பொருத்தலாம். C-ல் உள்ள Y-க்கு ஒத்த D-ல் உள்ள எண்ணே அவற்றின் பெருக்கற்பலன் xy ஆகக் கொள்ளப்படும். வகுத்தல் மதிப்பு x/y- ஐக் கணக்கிட C-ல் உள்ள y-ஐ, D-ல் உள்ள x-ல் பொருத்தி, C-ல் உள்ள 1-க்கு நேராக D-ல் என்ன எண் உள்ளதோ, அதுவே x/y இன் மதிப்பாகக் கொள்ளப்படும். தற்காலத்தில் மின்னணுவின் வளர்ச்சியின் பயனாகப் பல நவீன கணிப்பான்கள், கணிப்பொறிகள் ஆகியன கண்டுபிடிக்கப்பட்டு, அவை நழுவு சட்டத்தால் சாதிக்கக்கூடிய செய்முறைகளைவிட மிகுதியான செய்முறைகளை மிக விரைவில், துல்லியமாகச் செய்து முடிப்பதால், நழுவு சட்டம் தற்காலத்தில் மிகுதியும் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

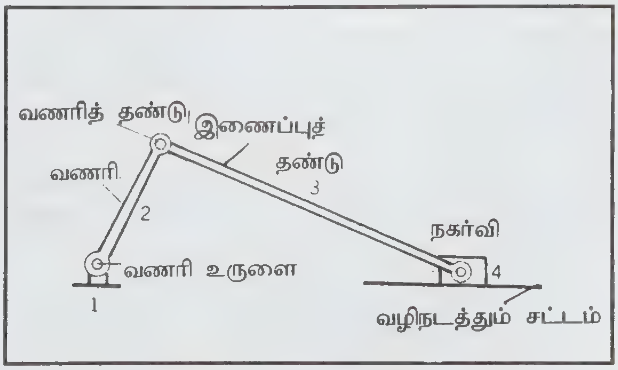
- எம். அரவாண்டி

துணைநூல். P. Balasubramanyam and G.R. Venkataraman, *Numerical Mathematics part II*, Rochouse & Sons, Madras, 1975.

நழுவு வணரி எந்திர நுட்பம்

உட்கனற்பொறியில் உந்தின் முன்பின் இயக்கத்தைச் (reciprocating motion) சுழற்சி இயக்கமாக மாற்றுவதற்கு நழுவு வளரி (slider crank) பயன்படுகிறது. அதேபோல் எக்கிகள் (pumps) சுழல் இயக்கத்தை முன்பின் இயக்க மாக மாற்றுகின்றன. நழுவு இயக்கம் மாறுகிற நிலை, இறுதிநிலை (Dead centre - DC) எனப்படும். வணரியும் இதனுடன் இணைப்புத் தண்டும், நேராக நீட்சி அடையும்போது நழுவமைப்பு மிகு தொலைவில் இருக்கும். நழுவு அமைப்பின் இந்நிலை, மேலிறுதி நிலை (Top Dead Centre - DC) எனப்படும். அதுபோல நழுவு அமைப்பு அடையும் தாழ் நிலைக்குக் கீழிறுதி நிலை (Bottom Dead Centre-BDC) என்று பெயர்.

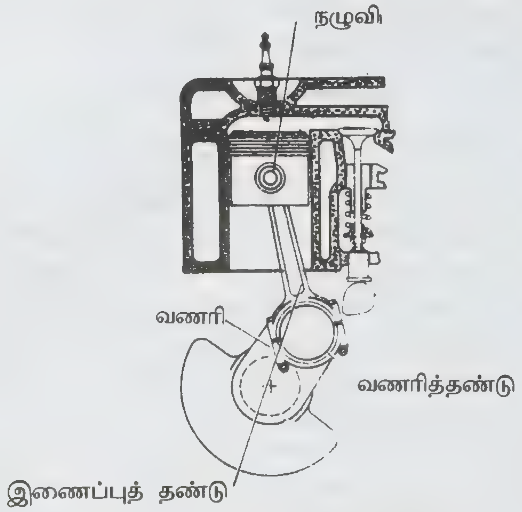
நழுவு அமைப்பின் எதிர்ப் (reversal) பகுதியில் முடுக்கம் மிகுந்திருந்திருக்கும். கோணத்திசைவேகம் மாறிலியாக இருக்கும்போது முடுக்கம் TDC இல் உயர்வாகவும் BDC இல் குறைவாகவும் இருக்கும். கி.பி 1780ஆம் ஆண்டு வரை நீராவிப் பொறிகளில் வணரி



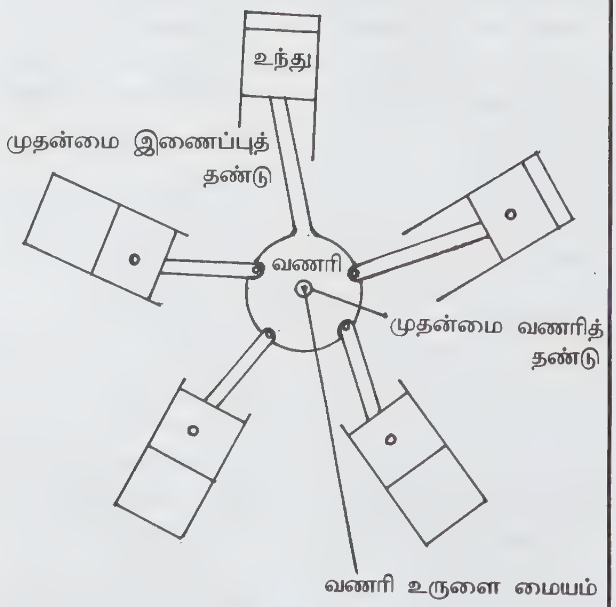
படம் 1. நழுவு வணரி எந்திர அடிப்படை

பயன்படுத்தப்படவில்லை. நழுவு வணரி எந்திர நுட்பத்தில் அடங்கியுள்ள முதன்மை எந்திர உறுப்புகள் படம் 1இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

உட்கனல் பொறி. உட்கனல் பொறிகளில் நழுவுவணரி எந்திர நுட்பம் பயன்படுகிறது. இப்பொறியில் உள்ள உந்து (piston) நழுவு அமைப்பாகச் செயல்படுகிறது. உட்கனல் பொறி நழுவுவணரி எந்திர நுட்பத்தைப் பயன்படுத்துவதால் அதன் உருளையில்



படம் 2. உட்கனல் பொறிக்கான நழுவுவணரி அமைப்பு



படம் 3. வணரி அமைப்பு

(cylinder) உராய்வு ஏற்படும். இருப்பினும், தற்காலத்தில் உராய்வைக் குறைப்பதற்குப் பல அமைப்புகள் உள்ளன. இவற்றுள் உருளையில் உள்ள குறுக்குப் பகுதி உராய்வு ஏற்படுவதைக் குறைக்கிறது. பெரும்பாலும் உருளையின் கீழ்ப் பகுதியில் மட்டுமே பெருமளவு உராய்வு ஏற்படுகிறது.

வானூர்திகளில் பயன்படும் பொறிகளிலும் (radical engine) வணரி பயன்படுகிறது. ஆனால் இதில் வணரியின் நீளம் இணைப்புத் தண்டால் குறைக்கப்படுகிறது.

–ஆர். கோவிந்தன்

நள்ளிரவுச் சூரியன்

புவியின் இயங்குதடத் தளத்திற்குப் புவி அச்சு சாய்வாக உள்ளமையாலும், அச்சின் அசைவில் சலனம் உள்ளமையாலும், அச்சின் இரு முனைகளும், புவி சூரியனைச் சுற்றி வரும்போது ஒரே திசையை நோக்கி உள்ளமையாலும் வடதுருவ, தென்துருவப் பகுதிகளில் ஒவ்வோர் ஆண்டும் குறிப்பிட்ட நாளில் இரவு முழுவதும் சூரிய ஒளி காணப்படுவதால் இதற்கு நள்ளிரவுச் சூரியன் (midnight sun) என்னும் பெயர் வழங்கலாயிற்று.

வடகோளப் பகுதியில், 66 1/2° வட அகலாங்குடைய ஆர்க்டிக் வட்டத்தின் மேலுள்ள இடங்களுக்கு, ஒவ்வோர் ஆண்டும் ஜுன் திங்கள் 22ஆம் நாள் ஒரு நாளைக்கு நள்ளிரவுச் சூரியன் தெரியும். ஆர்டிக் வட்டத்திற்கு மேலே உள்ள இடங்களுக்குச் சில நாள்கள் வரை நள்ளிரவுச் சூரியன் தெரியும். மார்ச் திங்கள் 21ஆம் நாள் முதல் செப்டம்பர்த் திங்கள் 23ஆம் நாள் முடிய சூரியன், நடுவரைக்கு வடக்கே, வடகோளத்தில் உள்ளமையால், வடதுருவ இடங்களில் ஏறக்குறைய 6மாத காலத்திற்கும் மேலாகச் சூரிய ஒளி காணப்படும்.

இதேபோல, தென் கோளப்பகுதியில், அண்டார்க்டிக் வட்டத்தில் (66 1/2° தென் அகலாங்கு) உள்ள இடங்களுக்கு, ஒவ்வோர் ஆண்டும் டிசம்பர்த் திங்கள் 22ஆம் நாள், நள்ளிரவுச் சூரியன் தெரியும். இதற்குத் தெற்கேயுள்ள இடங்களுக்கு மேலும் சில நாள்களுக்குத் தெரியும். செப்டம்பர் 23ஆம் நாள் முதல் மார்ச் 21ஆம் நாள் முடிய 6மாதக் காலத்திற்கு, தென் துருவத்தில் உள்ள இடங்களுக்குச் சூரிய ஒளி காணப்படும். ஆயினும், வட, தென் துருவப் பகுதிகளில் மெல்லொளியின் (twilight) காரணமாக, 6மாதங்களுக்கு மேலாகவே சூரிய ஒளியைத் தொடர்ந்தாற் போலக் காணலாம்.

- பங்கஜம் கணேசன்

நளி (விண்மீன்குழு)

வடவானக் கோளத்தில் அமைந்துள்ள கோடைக் கால விண்மீன் குழுவான நளி (Scorpion) விண்மீன்குழுவின் ஒரு பகுதிப் பால்வழியில் (milky way) அமைந்துள்ளது. இதன் வல ஏற்றம் (right ascension) 17மணி, நடுவரை விலக்கம் (declination) - 30° ஆகும். இராசிச் சக்கரத்தில் தனுசுவிற்கும் (sagittarus) துலாவிற்கும் (Libra) இடையே அமைந்துள்ளது. இந்த இராசியை விருச்சிக இராசி என்றும் குறிப்பர். தொடக்கக் காலத்தில் ஏழாம் இராசியாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்த இந்த இராசி, சம இரவுப் புள்ளிகளின் அயனசலனம் காரணமாக, தற்போது ஒன்பதாம் இராசியாக உள்ளது. இருப்பினும் எட்டாம் இராசியாகவே பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. சோதிடவியலில், அக்டோபர் 24 முதல் நவம்பர் 23 வரையிலான காலத்தில் பிறந்தவர்களுக்கு இந்த இராசி பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது.

இக்குழுவில் உள்ள விண்மீன்களில் α. λ ஆகிய இரு விண்மீன்களும் முதலாம் ஒளித்தர விண்மீன்கள் ஆகும். மேலும் $\delta, \varepsilon, \theta, \kappa, \mu$, போன்ற ஒளிமிக்க விண்மீன்கள் உள்ளன. திறந்த வீண்மீன் முடிச்சுகள் (globular clusters) M_4, M_{80} ஆகியவையும், ஸ்கார்ப்பியஸ் X-1 (Scorpius x-1) என்னும் எக்ஸ்கதிர் மூலங்களும் (x-ray source) உள்ளன.

இக்குழுவில் உள்ள கேட்டை (Antares) என்னும் α - விண்மீன் ஓர் இரும விண்மீன் ஆகும் சிவப்பு வண்ணமுடைய இந்த மாறும் விண்மீனின் சராசரி ஒளித்தரம் 0.92 இதன் இரு விண்மீன்களும் முறையே சூரியனைப் போல் 12,600 290 மடங்கு அதிக ஒளியுடையவாகும். ஒரு சிறிய தொலைநோக்கி உதவிகொண்டு β -விண்மீனை இரும விண்மீனாகக் காணலாம். μ -விண்மீனும் ஓர் இரும விண்மீன் ஆகும். λவிண்மீனுக்கு ஷாலா (Shaula) என்னும் பெயரும் உண்டு. δ -விண்மீனை அனுடம் என்றும் குறிப்பதுண்டு. நளி விண்மீன்குழு வானக்கோளத்தில் 496.8 சதுரப் பாகை இடத்தை நிரப்பிக் கொண்டுள்ளது.

- பெ. வடிவேல்

நறளை

இதனை நானமினுக்கி, நரளை, சுகம்பல் என்றும் கூறுவர். இதற்குச் சிஸ்ஸஸ் பல்லிடா *(Cissus Pallida)* என்னும் தாவரவியல் பெயருண்டு. இதனை வைட்டிஸ் லெனேட்டா *(Vitis lanata)*, வைட்டிஸ் பல்லிடா *(Vitis Pallida)* என்றும் கூறுவர். வைட்டேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இது வட இமாலயப்பகுதி முதல் தென்னிந்தியப் பகுதி வரை காணப்படுகிறது. மலைகளில் 750 மீ. உயரம் வரை பொதுவாகக் காணலாம். இக்கொடியில் பூக்களை ஜுன்-ஆகஸ்டில் காணலாம். ஆனால் கனிகள் ஆண்டு முழுவதும் தோன்றும்.

அமைப்பு. இது புதர் போன்ற செடியாகவோ ஏறு கொடியாகவோ 1.5 மீ. உயரம் வளரும். கருமையான பழுப்பு நிறப் பட்டையைக் கொண்டது. மெல்லிய தனியிலைகள், இதய வடிவானவை. இலையோரம் ரம்பப் பல் போன்றோ அரைவட்ட வடிவப் பற்களுடனோ இருக்கும். இலைக்காம்பின் நீளம் 4-15 செ.மீ. சைம் மஞ்சரி 5 செ.மீ. நீளமாகக் காணப்படும். மஞ்சரித் தண்டின் நீளம் 4 செ.மீ. பூவடிச் செதில் நீள் சதுரமானது. 5 மி.மீ. அளவானது. பூக்காம்புச்செதில் முட்டை வடிவிலும் 1 மி.மீ. அளவிலும் இருக்கும். பூக்காம்பின் நீளம் 6 மி.மீ. பூவின் குறுக்களவு 8 மி.மீ. புல்லிக் குழலின் நீளம் 1 மி.மீ. புல்லிகள் கோப்பை வடிவாயிருக்கும். 4 பற்களாயிருக்கும்.

நான்கு அல்லி இதழ்கள் 3 மி.மீ. அளவில் முட்டை வடிவானவை. வட்டத்தட்டு 4மடல்களுடையது. மகரந்தக்கம்பி 1 மி.மீ. அளவுள்ளது. மகரந்தத்தாள்கள் நான்கும் மென்மையாயிருக்கும். மகரந்தப்பை உள்நோக்கி அமைந்திருக்கும். சூல்பை 0.5 மி.மீ. அளவில் இரண்டு அறைகளைக் கொண்டது. ஒவ்வோர் அறையிலும் இரண்டு சூல்கள் உண்டு. சூலகத்தண்டு 1 மி.மீ. உயரமானது. சூலகமுடி மழுங்கியிருக்கும். கனி பேரி வடிவில் இரண்டு விதைகள் கொண்ட சாறுள்ள சதைக்கனியாகும். விதைகள் நான்கும் வழவழப்பானவை.

பயன். நறளையில் பெருநறளை, சிறுநறளை என இருவகை இருந்தபோதிலும் மருத்துவக் குணங்களில் பெருத்த வேறுபாடில்லை. இதன் கிழங்குக்கும், இலைக்கும் மருத்துவக் குணங்கள் உண்டு. இலைக் குடிநீர் குருதிக் குன்மத்தைப் போக்கும். கிழங்கை உலர்த்திப் பொடித்துச் சர்க்கரையுடன் கலந்து ஒரு நாளைக்கு 24 கிராம் உண்ண மேகம், கரப்பான் போன்றவை அகலும். படம் பின்புறம் பார்க்க

- கோ. அர்ச்சுனன்

1. கிளை 2. சூலகத்தின் குறுக்குவெட்டுத்தோற்றம் 3. சூலகத்தில் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 4. சூலகம் 5,6 மகரந்தக் கேசரங்கள் 7. புல்லி வட்டம் 8. பூவடிச் செதில் 9. அல்லி இதழ் 10. மலர்

நறளை *(Cissus Pallida)*

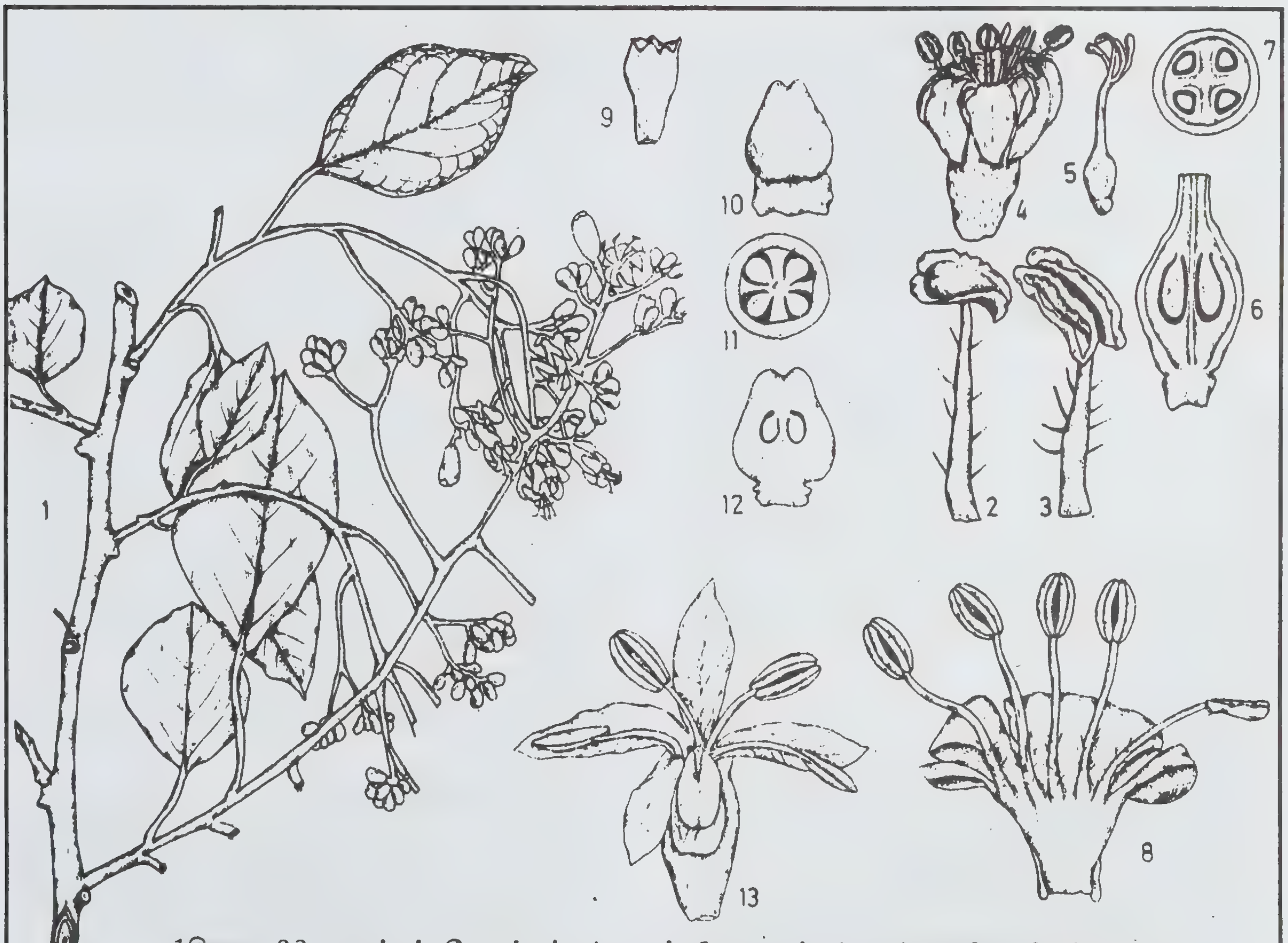
நறுமணப் பொருள்கள்

காண்க : மணப் பொருள்கள்

நறுவிலி

இதனைக் கல்லிருசு, நறுவிளி, நறுவுளி, அரித்திகாமரம், நலவீழிமரம், மூக்குசளிப்பழம், சந்தனமாமணி, விருசமரம் என்றும் குறிப்பதுண்டு. இதில் பெறுநறுவிலி, சிறுநறுவிலி என்று இருவகை உண்டு. செபஸ்டான் என்னும் இதற்குக் கார்டியா டைகோட்டமா ***(Cordia dichotama)*** என்னும் தாவர பெயருண்டு. கார்டியா ஒப்லிகுவா, ***(C.Obliqua)***, கார்டியா மிக்சா (***C. myxa)*** என்பவை இதன் இணை தாவரப் பெயர்களாகும். இது போரஜினேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மரமாகும். இம்மரம் வங்காள மாநிலத்தில் மிகுதியான எண்ணிக்கையில் காணப்படும். இந்தியா தவிர, இலங்கையிலும் இம்மரத்தைக் காணலாம்.

அமைப்பு. இது ஒரு சிறுமரம். இதன் அடிமரம் 1-1.5மீ. தடிமனளவு இருக்கும். இலைகள் மாற்றடுக்கில் அமைந்திருக்கும். இவை காம்புடையவை; முடியற்றவை. மஞ்சரி கோரிம்போஸ் சைம் வகை. மலர்கள் பல பாலாகவும், ஆண், இருபால் மலர்கள் எனவும் காணப்படும். புல்லிகளின் விளிம்பு பின் வளையாது. புல்லிகள் வரிகளற்றவை; கனிகளின் பின்புறம் விரிந்து நிலையாயிருக்கும். பற்கள் குறுகியவை. ஒழுங்கற்றும்



1.கிளை 2,3 மகரந்தக் கேசரங்கள் 4. மலர் 5. சூலகம் 6. சூல்பையின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 7. சூல்பையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் 8. அல்லிவட்டம் 9. சூல்பையின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 10. சூலகம், 11. சூல்பையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் 12. சூல்பையின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 13. மலர்

நறுவிலி *(Cordia dichotoma)*

சில சமயங்களில் தெளிவில்லாமலும் இருக்கும். அல்லிகள் சிறியவை; வெள்ளை நிறமானவை. மடல்கள் 4-8, விரிந்தோ பின் வளைந்தோ காணப்படும். இவை திருகு இதழமைவில் உள்ளன. மகரந்தத்தாள் அல்லி மடல்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாகவும் மடல்களோடு இணைந்தும் இருக்கும். மகரந்தக் கம்பிகள் பல நேரங்களில் அடிப்பகுதியில் மூடியைக் கொண்டிருக்கும். மகரந்தக்கம்பிகள் அம்பு முனை வடிவமாகவோ கேடய வடிவமாகவோ இருக்கும். சூலகப்பை 4 அறைகளைக் கொண்டது. ஒவ்வோர் அறையிலும் ஒரு சூல் காணப்படும். சூலகத்தண்டு உச்சியில் அமைந்திருக்கும். அடிப்புறம் எளிமையாகவும் பிறகு இரண்டு பிரிவாகவும் கிளைகள் விரிந்து காணப்படும். கனி, முட்டை அல்லது நீள்வட்ட வடிவ உள் ஒட்டுச் சதைக்கனி (drupe) ஆகும். நான்கு அறைகளுடனிருக்கும். ஆனால் ஒரே ஓர் அறையில் மட்டும் விதையைக் கொண்டிருக்கும். விதைகள் முளைசூழ்தசையற்றவை. வித்திலைகள் நீளவாக்கில் மடிக்கப்பட்டிருக்கும். முளைவேர் குட்டையானது. கனி பிசுபிசுப்பான சோறு கொண்டது. மஞ்சள் கலந்த பழுப்பு நிறத்திலோ இளஞ்சிவப்பு நிறத்திலோ இருக்கும். கனி பழுத்ததும் கறுப்பாக இருக்கும். உண்ணும் வகையில் இது இனிப்பாக இருக்கும். பழச்சதை குழகுழப்பாக இருக்கும். இதன் நடுப்பகுதி கல் போன்றிருக்கும்.

பயன். இதன் கனி, இலை, கொட்டை, பட்டை முதலியவை மருந்துக்கு உதவுகின்றன. காய்களை ஊறுகாய் செய்து சாப்பிட இருமல் போகும். இவ்வூறுகாய் நெஞ்சிலுள்ள கோழையை அகற்றும். கனியால் தாது பலப்பட்டு ஆண்மை பெருகும். மேலும் இது வயிற்றுப்புழுக்களைக் கொல்லும். குருதிநோய், வெள்ளை, எரிச்சல், வறட்சி, கோழை அகலும். சிறுநீர் சார்ந்த நோய்களையும் நெஞ்சுச் சளியையும் போக்கும். சவ்வுப் போன்ற கனிச்சதை ஒட்டும் பொருளாக விளங்குகிறது.

கொட்டையைப் பொடித்து எண்ணெயில் குழைத்துப் படை, தேமலுக்குப் பூசலாம். கொட்டையைக் குடிநீரிட்டு வாய்க் கொப்புளித்து வரப் பல்லரணை, பல்லசைவு, ஈறுகட்டு நீங்கும். பட்டையில் 2% டானின் உள்ளது. பட்டைச் சாற்றைக் கொண்டு வாய்க் கொப்புளிக்க வாய்ப்புண், பல்லில் குருதி வருதல், பல் ஆட்டம் முதலியவை குணமாகும். பட்டையை இடித்துச் சாறு எடுத்துத் தேங்காய்ப் பாலில் கலந்து அருந்த வயிற்றுவலி குணமாகும். வயிற்று மந்தம், காய்ச்சலும் போகும். சீரகம், மிளகுடன் இதன் இலையைப் பொடி செய்தோ குடிநீரிட்டோ அருந்த இரைப்பு, எலும்புருக்கி நோய் போகும். இலைச்சாற்றைக் கொப்புளம், முகப்பரு ஆகியவற்றின் மீது தடவக் குணம் தெரியும். இலைகள் பர்மியச் சுருட்டுத் தயாரிப்பில் இடம்பெறுகின்றன. மரம் வெட்டியதும் மஞ்சள் நிறமாக இருக்கும். பின்பு ஆலிவ் அல்லது நீலங்கலந்த சாம்பல் நிறத்திலும் இறுதியில் பழுப்பு அல்லது சாம்பல் கலந்த பழுப்பு நிறத்திலும் காணப்படும். மரம் கரையானால் தாக்கப் படக்கூடியது. நீருடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கும்போது இம்மரம் நீண்ட நாள்கள் உழைக்கும். மரத்தை எளிதாக அறுக்கவும் இழைக்கவும் முடியும். மரத்தைப் படகு செய்யவும் வேளாண்மைக் கருவிகள் செய்யவும் பயன்படுத்தலாம்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நன்னாரி

காண்க : மணப்பொருள்கள்

நன்னீர்ச் சூழ் தொகுப்பு

உலகில் உள்ள உயிரினங்கள் யாவும் கூட்டம் கூட்டமாகவே வாழ்கின்றன. இந்த உயிரினங்கள் தம்மைச் சூழ்ந்துள்ள சூழ்நிலையின் உதவிகொண்டு வாழ்க்கை நடத்துகின்றன. தாவரங்களும் விலங்குகளும் ஒன்றையொன்று சார்ந்து வாழ்கின்றன. ஒன்றன் வாழ்வு மற்றொன்றின் வாழ்வுடன் பின்னிப் பிணைந்துள்ளது. இந்த உயிரினங்களின் வாழ்க்கையோ உயிரற்ற சூழ்நிலைக்காரணிகளைச் சார்ந்துள்ளது. ஓரிடத்தில் வாழும் உயிரினங்களுக்கும், அந்த இடத்தில் அமைந்துள்ள உயிரற்ற சூழ்நிலைக் காரணிகளுக்கும் இடையே நிகழும் செயல், எதிர்ச் செயல் ஆகிய உறவுமுறையைப் பற்றி அறிந்துகொள்வது சூழ் தொகுப்பு (ecosystem) எனப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட வாழ்விடத்தில் நடைபெறும் இயற்பியல், உயிரியல் காரணிகளின் கூட்டுத் தொகையே சூழ்தொகுப்பு என்றும் கூறுவர்.

சூழ்தொகுப்பு என்னும் சொல்லை 1935ஆம் ஆண்டில் டான்ஸ்லி என்பார் முதன்முதலில் பயன்படுத்தினார். சூழ்தொகுப்பில் தயாரிப்போராகிய தாவரங்களும், நுகர்வோராகிய விலங்குகளும், சிதைப்போராகிய நுண்ணுயிரிகளும், வளிமண்டலக் காரணிகளான ஆக்சிஜன், கார்பன் டைஆக்சைடு, நைட்ரஜன் போன்றவையும், கதிரவனின் ஒளி ஆற்றல், வெப்ப ஆற்றல், ATP போன்ற வேதி ஆற்றல்களும் உள்ளன.

சூழ்தொகுப்பில் உள்ள உயிரிக் காரணிகளும், உயிரிலிக்காரணிகளும் சேர்ந்து சூழ்வளி (ecosphere) எனப்படும். சமுதாயம் அல்லது கூட்டம் என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லைக்குள் அடங்கி நிற்கும். ஆனால் சூழ்தொகுப்பு பெரியதொரு நிலப்பரப்பில் அமைந்திருக்கலாம். அல்லது நன்னீர்க் குளத்தின் ஒரு சிறிய நீர்த்தேக்கமாகவும் இருக்கலாம். இது நன்னீர்ச் சூழ்தொகுப்பு (freshwater ecosystem) எனப்படும்.

நன்னீர்ச் சூழ்தொகுப்பு. நன்னீர் என்பது கடல் நீரினின்றும் வேறுபட்டது. கடல் நீரில் பல வேதிப்பொருள்கள் கலந்திருக்கும். நன்னீரில் இத்தகைய வேதிப்பொருள்கள் மிகக் குறைந்த அளவிலேயே காணப்படும். சில நன்னீர்ச் சூழ்தொகுப்பு ஆய்வுகள் நீர்நிலை பற்றின; சில ஆய்வுகள் நன்னீர் நிலைகளை அடுத்துள்ள நிலத்தைப் பற்றியன. நீரின் இயக்கம், அளவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து நன்னீர்ச் சூழ்தொகுப்பு வகைப்பாடு செய்யப்படும். நீர் ஒழுக்குச் சூழ்தொகுப்பில் நீர் ஒரே திசையில் பாய்ந்த வண்ணம் இருக்கும்.

ஏனையவற்றில் நீர் நிலையாக ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் நீண்ட காலம் தேங்கி நிற்கும். ஒவ்வொரு வகையிலும் அளவு மாறுபடுகிறது. ஒழுக்கு அமைப்புகள் (lotic system) சிறிய நீரோடையாகவும் இருக்கலாம்; அமேசான், கங்கை போன்ற பெரிய நதிகளாகவும் இருக்கலாம். தேக்க அல்லது நிலை அமைப்பில் (lentic system) தாவரங்கள் ஏற்படுத்தும் சிறிய நீர்நிலைகளாகவோ பெரிய ஏரியாகவோ இருக்கலாம். நன்னீர்ச் சூழ்தொகுப்பில் நில அமைப்பியல், இயற்பியல், வேதிப் பண்புகளும் அவற்றுடன் எதிர் வினைபுரியும் உயிரினங்களும் அடங்கியுள்ளன.

இயற்பியல் சூழல். ஒளி, வெப்பநிலைப் பரவல், நீர், இயக்கம் ஆகியவை இயற்பியல் சூழ்நிலையைத் தீர்மானிக்கின்றன. அனைத்து உயிரியல் செயல்களுக்கும் ஒளியே ஆற்றல் மூலமாக விளங்குகிறது. ஒளியின் அளவு, ஒளிக்கதிர் நிறமாலையின் தன்மை ஆகியவை உயிரினங்களின் பரவலைத் தீர்மானித்து, நீர்நிலைகளின் வெப்பநிலையையும் காக்கின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட நீர்ப்பரப்பில் கிடைக்கக்கூடிய கதிரவனில் ஒளியையோ ஒளிச்சேர்க்கைக்குப் பயன்படுத்தப்படும் ஒளியையோ ஆற்றலின் அளவாக எடுத்துக்கொள்ளலாம். ஒளியின் அலை நீளத்திற்கு ஏற்றவாறு அதிலுள்ள உயிரினங்களுடன் நீர் எதிர்வினை புரிகிறது. நிலநடுக்கோடு, பருவம், நாளின் நேரம், காலநிலை ஆகியவை நீர்ப்பரப்பில் விழும் ஒளியைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. நீர்ப்பரப்பில் ஒளி நுழைந்து செல்லும்போது, அதில் சிறிதளவு ஒளி வளிமண்டலத்தில் சிதறுகிறது. நீருக்குள் பாய்ந்து சென்ற ஒளி தன் போக்கினின்று மாறி நீரினுள் சிதறுகிறது. அது மீண்டும் சிதறும் அல்லது நீரினால் உறிஞ்சப்படும். நீண்ட அலை நீளம் உள்ள சிவப்பு அல்லது ஆரஞ்சு நிற ஒளிக்கதிர்கள் நீரினுள் சிறிது தொலைவு சென்றபின் நீரினால் உறிஞ்சப்பட்டு, நீர் இளஞ்சூடாகுகிறது. பச்சை, நீலம் போன்ற குட்டையான அலை நீளம் உள்ள ஒளிக்கதிர்கள் நீரின் ஆழத்தில் பாய்ந்து செல்கின்றன. நீரில் கலந்துள்ள துகள்கள் ஒளி நுழைவைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. கலங்கலாக உள்ள ஏரிகளில் 1 மீ. ஆழத்தில் ஒளியின் அளவு 1% ஆகக் குறைக்கப்படுகிறது. ஆனால், இத்தகைய குறைந்த ஒளி அளவு 30 மீ. ஆழத்தில்கூடச் சில ஏரிகளில் ஏற்படுவதில்லை.

வெப்ப அடுக்கு. நீருக்கு இயல்பிற்கு மாறான சில வெப்பப் பண்புகள் உள்ளன. நிலத்தின் இயல்பான வெப்பநிலையில் நீர், நீர்ம நிலையிலுள்ளது. மேலும், குறிப்பிட்டுச் சொல்லத்தக்க வெப்பத்தை ஈர்க்கும் ஆற்றல் 3.94°C வெப்பநிலையில் நீர் உச்சநிலை அடர்த்தி அடைந்து, நன்னீர்ச் சூழ்தொகுப்புகளின் வெப்பநிலை அமைப்புகளில் சிக்கலான ஆண்டுச் சுழற்சியை ஏற்படுத்துகிறது. ஏரியின் நீர்ப்பரப்பில் ஒளியினால் இளஞ்சூடு அடைந்து, அடர்த்திக் குறைவு ஏற்பட்டு, ஆழத்திலுள்ள நீரடுக்குகளில் கலப்பதற்கு எதிர்ப்பு ஏற்படுகிறது. வீசும் காற்றினால் பரப்புநீர் ஆழ்நீருடன் கலக்கச் சிறிதளவு வாய்ப்பிருந்தபோதிலும், ஏரி குளங்களில் குறிப்பிட்ட இளஞ்சூடான பரப்பு நீர் தனித்து நிற்கிறது. இறுதியாக இளஞ்சூடான ஒரு பரப்பு நீர் அடுக்கமும் (epilimnion), குளிர்ச்சியான ஆழ்நீர் அடுக்கமும் (hypolimnion) உண்டாகின்றன.

இந்த இருவித வெப்பநிலைகளுக்கிடையே இடைநீர் அடுக்கம் (metalimnion) உள்ளது. இவ்விதமாக இருவேறுபாடான வெப்பநிலை அடுக்கங்கள் உள்ளமை, ஏரியிலுள்ள பொருள்களின் சுழற்சிக்கும், உயிரினங்களுக்கும் சிறப்பு ஏற்பாடாக விளங்குகிறது. ஏரியின் பரப்புநீர் குளிர்ச்சியடையும்போது, பரப்புநீர் அடுக்கத்தில் உள்ள நீரின் அடர்த்தி மிகுதியாகிறது; இதனால் அது ஆழ்நீர் அடுக்கத்திலுள்ள நீருடன் கலக்க இருக்கும் தடை குறைகிறது. நீர் தொடர்ந்து குளிர்ச்சியடைந்தால் ஏரியின் நீர் முழுவதும் கலந்து, அது தலைகீழ் மாறுதல் (turn over) எனப்படும். 3.94°C வெப்பநிலைக்குக் கீழே, நீர் மீண்டும் அடர்த்திக் குறைவாகி, அதனால் தலைகீழ் வெப்பச் சரிவு (inverse thermal gradient) உண்டாகிறது. குளிர்ச்சியான

அண்டார்டிக் பெருங்கடலில் பனிக்கட்டியும், மிகக் குளிர்ந்த நீரும் பரப்பிலுள்ள இளஞ்சூட்டுக்கு நீருக்கு மேலே மிதக்கின்றன. இதனால் மிதக்கும் பனிக்கட்டிகளுக்குக் கீழே நீர்ம நிலையில் நீர் உள்ளது.

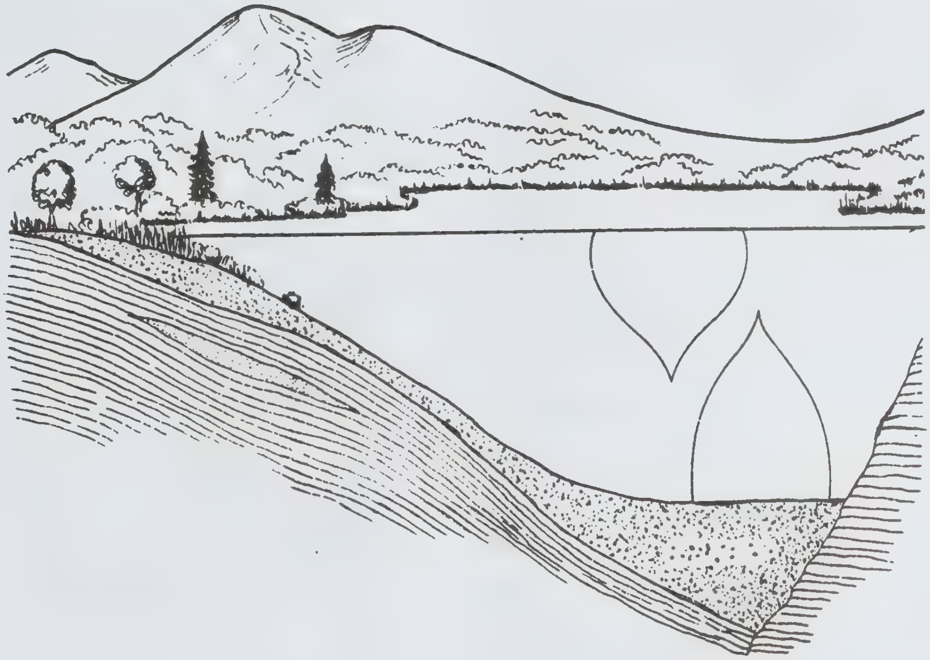
கோடைக்காலத்திலும் குளிர்காலத்திலும் நன்னீர் நிலைகளில் இவ்வித வெப்பநிலை வேறுபாடுள்ள நீர் அடுக்கங்கள் தெளிவாக உள்ளன. ஆனால், இளவேனில் காலத்திலும், இலையுதிர் காலத்திலும் இந்த இருவிதமான வெப்பநிலை வேறுபாட்டு அடுக்கங்கள் ஒன்றோடொன்று கலந்துவிடுகின்றன. குளிர்காலம் மிதமாக இருக்கும்போது இலையுதிர்காலம் முதல் இளவேனில் காலம் வரை வெப்பநிலை வேறுபாடுள்ள நீர் தொடர்ச்சியாகக் கலந்து, பிறகு கோடைக்காலத்தில் மட்டும் தெளிவான வேறுபாடு உண்டாகிறது. ஒப்பீட்டு அடிப்படையில் நிலையான வெப்பநிலைகள் இருந்தபோதிலும், வெப்பமண்டல ஏரிகளின் மேலே குறிப்பிட்ட நிகழ்ச்சி நடைபெறுகிறது. ஆழமில்லாத ஏரிகளில் ஆண்டு முழுவதும் வேகமான காற்று வீசிய வண்ணம் இருப்பதால், வெப்பநிலை வேறுபாட்டு நீர் அடுக்கங்களே இருப்பதில்லை. கலப்பு எதுவும் இராமல் வெப்பநிலை நீர் அடுக்கங்கள் ஆண்டு முழுவதும் தெளிவாக அமைந்த ஏரிகளும் உள்ளன. பாயும் நீர் அமைப்பில் ஏரியின் ஆழத்தில் போகப்போக வெப்பநிலை அடுக்கம் இருப்பதில்லை. நீர் தொடர்ந்து இயங்கிக்கொண்டு உள்ளமையால் வெப்ப வேறுபாட்டு நீர் கலந்துவிடுகிறது. நீர் கீழ்நோக்கிப் பாயும்போது வெப்பநிலை உயர்ந்து பெரிய மாறுதல் அடையும் போக்கும் உள்ளது.

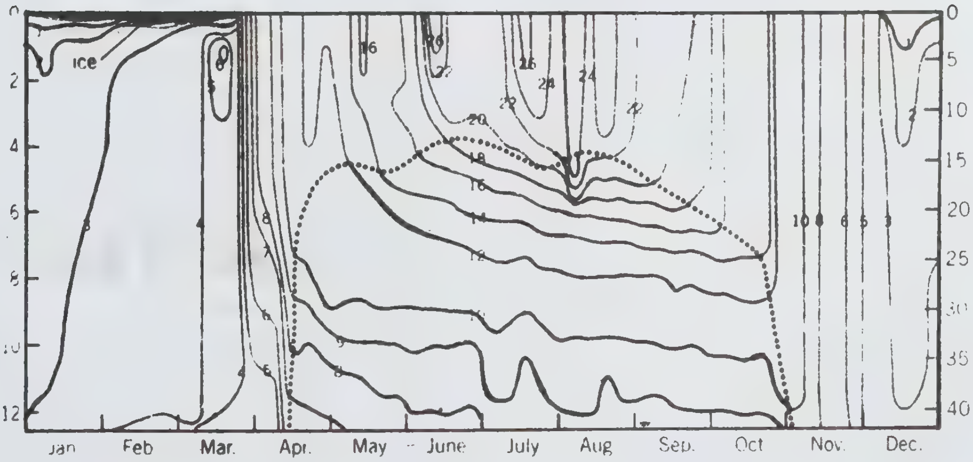
நீரின் இயக்கம். நீரின் இயக்கம் நிலையான நீருள்ள சூழ்தொகுப்பைவிடப் பாயும் நீரமைப்பில் மிகுந்துள்ளது. ஆனால், நீரின் இயக்கம் இரண்டிலும் சிறப்பான விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. ஒழுங்கற்ற நீர்க் கலப்பு உண்டாகி, அதனால் கொந்தளிப்பான நிலை ஏற்படும்போது, உயிரினங்கள், துகள்கள், கனிப்பொருள்கள், வெப்பம் ஆகியவற்றின் பரவலிலும் மாறுதல் நிகழ்கிறது. பாயும் நீரின் நேர்வேகம் அதிகரிக்கும்போது, கொந்தளிப்பு நிலையும் மிகுதியாகிறது. கொந்தளிப்பு மிகும்போது நீர் கடத்தும் பொருளும் மிகுதியாகிறது. பாயும் நீர்ச் சூழ்த்தொகுப்புகளில் நீரின் அளவும் நேர்வேகமும் பெருமளவில் மாறிக்கொண்டே இருக்கும். இயக்கமற்று அமைதியாக உள்ள நீர்த்தொகுப்புள்ள பெரிய ஏரிகளின் பரப்பில் அலைகளைத் தவிர வேறு நீர் இயக்கங்கள் இரா. மிகப்பெரிய ஏரிகளிலும் சில மீட்டருக்கு மேலுள்ள அலைகள் இரா. ஏரியின் பரப்பிலும், பரப்பு வெப்ப நீர் அடுக்கத்திலும், ஆழ்நீர் அடுக்கத்திலும் கொந்தளிப்பான கலப்பு ஏற்பட்டு, அதனால் ஏரியின் பல செயல்கள் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. நீரில் ஏற்படும் பேரியக்கங்கள் ஏரியின் நீர்ப்பரப்பிற்குக் கீழே மெதுவாக ஏற்பட்டு, பிறகு பேரலைகள் உண்டாகின்றன.

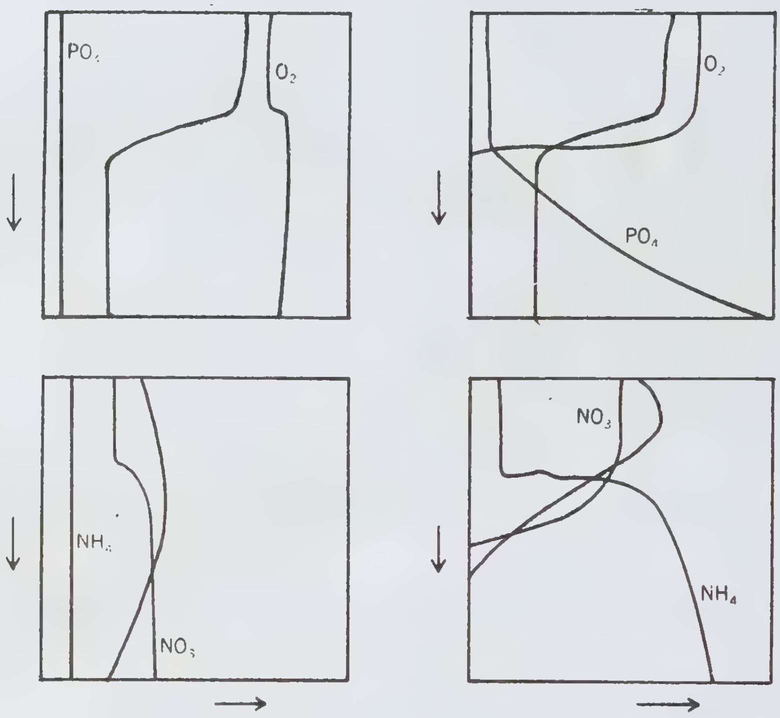
வேதிச் சூழ்நிலை. ஒரு தனிமத்திற்குச் சிறப்பாக இருக்க வேண்டிய அடிப்படை அளவீடுகள் என்பன தனிமம் உண்டாகும் அமைப்பு மூலம், உயிரியல் தேவை அல்லது விளைவிற்கான நீரில் அமைந்த தராதரச் செறிவு ஆகியவையாகும். நீர்நிலைகளில் உள்ள தனிமங்களில் பெரும்பாலானவை வளிமண்டலத்தில் கலந்துள்ள வளிமங்கள் அல்லது நீர்நிலையைச் சுற்றியுள்ள நிலவியல் பொருள்களில் இருந்து உண்டானவையாகும். சில சமயங்களில் அங்குள்ள தனிமங்கள் உயிரியல் செயல்களினால் உண்டாகியிருக்கக்கூடும்.

கரைந்த துகள் அமைப்புகள். பெரும்பாலான தனிமங்கள் கரைந்த அல்லது துகள் வடிவத்தில் உள்ளன. இந்த இரண்டு நிலைகளுக்கு இடையே எப்போதும் உயிரியல் செயல்கள் நிறைந்திருக்கும். ஏரிகளில் கலந்துள்ள கரை பொருள்களை உயிரினங்கள் உட்கொண்டு, அவற்றின் உடலில் துகள்களாக மாற்றுகின்றன. பாக்டீரியாக்கள் துகள்களைச் சிதைத்து, அவற்றில் கலந்துள்ள பொருள்களை வெளிவிடுகின்றன. ஏரிகளிலும், ஓடைகளிலும் துகள் பொருள்கள் அவற்றின் அடிப்பகுதியில் சென்று படிகின்றன. நீர்நிலைகளின் பரப்புப் பகுதியிலிருந்து பல கரைந்த தனிமங்களை நீக்குவன தனிம உள்ளீர்ப்பின் நிகர விளைவும், அதன் படிவும் ஆகும். வந்து சேரும் ஓடைநீரினால் பொதுக்கலப்பு ஏற்படுவதாலும், ஏரிகளின் பருவங்களில் நடைபெறும் சிதைவு அளவினாலும் நீக்கப்பட்ட பொருள்கள் மீண்டும் அந்த நீர்நிலைகளை அடைகின்றன.

ஆக்சிஜன். வேதி அல்லது உயிரியல் செயல்களினால் உண்டாக்கப்பட்ட தனிமங்களுடன் கலந்து அல்லது நீரில் கரைந்த தனிமமாக ஆக்சிஜன் காணப்படுகிறது. கரைநிலையில் உள்ள ஆக்சிஜன் நீரில் ஓரளவே கரையும். இவ்விதக் கரையும் தன்மை வெப்பநிலை உயரும்போது குறைகிறது. கொந்தளிப்பான கலவையினாலும், பரவலினாலும் வளிமண்டலத்திலுள்ள ஆக்சிஜன் நீரில் நுழைகிறது. நீரிலுள்ள ஆக்சிஜனின் அளவு மிகக் குறைவாகவே உள்ளமையால் அது உயிரினங்களின்




ice
0
2
4
6
8
10
12
0
5
10
15
20
25
30
35
40
Jan
Feb
Mar.
Apr.
May
June
July
Aug
Sep.
Oct
Nov.
Dec.


PO4
O2
O2
PO4
NH4
NO3
NO3
NH4

2
6
10
6
4
2
30
20
10
2
4
2
4

ஒளிச்சேர்க்கையையும், மூச்சுவிடுதலையும் மிகுதியும் பாதிக்கிறது. உயிரினங்கள் மூச்சு விடுதலினால் நீரில் உள்ள ஆக்சிஜனின் அளவு குறைகிறது. நீர்த்தாவரங்களின் ஒளிச்சேர்க்கையின்போது அவை ஆக்சிஜனை வெளிவிடுகின்றன. நீரிலுள்ள ஆக்சிஜன் அளவிற்குமேல் உயிரினங்களின் தேவை மிகுந்தால், நன்னீர்ச் சூழ்தொகுப்புகளில் ஆக்சிஜன் மிகவும் குறைந்து, இறுதியில் அற்றுவிடுகிறது. நீர்நிலைகளில் கரிமப்பொருள்களின் அளவு அதிகரித்து, அதில் பாக்டீரியாக்களின் செயலினால் ஆக்சிஜனின் அளவு குறைகிறது. குளிர்காலத்தில் ஏரியின் பரப்பு பனிக்கட்டிகளினால் மறைக்கப்பட்டு வளிமண்டலத்திலிருந்து ஒதுக்கப்பட்டபோதும், கோடைக்காலத்திலும் ஆழ்நீர் அடுக்கத்தில் ஆக்சிஜனற்ற நிலை ஏற்படுகிறது. இந்தச் சூழ்நிலையில் நீரில் கரையக்கூடிய தனிமங்களான இரும்பு, மாங்கனீஸ், பாஸ்ஃபரஸ் போன்றவை படிவுப் பொருள்களிலிருந்து வெளியிடப்படுகின்றன. கரிமப்பொருள்கள் மிகுதியும் படியும் ஆறுகளிலும், ஆக்சிஜனற்ற நிலை ஏற்படுகிறது. பாக்டீரியாக்களைத் தவிரச் சில உயிரினங்களும், ஆக்சிஜனற்ற சூழலில் உயிர் வாழ்கின்றன.

கார்பன் டைஆக்சைடு. கார்பன் டைஆக்சைடு நீரில் நன்றாகக் கலந்து கார்பாலிக் அமிலமாகி, அதிலிருந்து ஹைட்ரஜன் அயனிகள் வெளியாகின்றன. எனவே, நீரின் அமிலத்தன்மை அல்லது காரத்தன்மையை அதாவது ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவினை இது கட்டுப்படுத்துகிறது. வளிமண்டலத்திலிருந்தும், உயிரினங்கள் மூச்சுவிடுவதிலிருந்தும், கார்போனேட் கனிமப்பொருள்களில் இருந்தும் கார்பன் டைஆக்சைடு உண்டாகிறது. கார்போனேட் கனிமங்கள் மிகுந்துள்ள சூழ்த்தொகுப்புகளில் அமில-காரத்தன்மை (pH) நிலையாக உள்ளது. ஒளிச்சேர்க்கையினால் நீரிலுள்ள கால்சியம் கார்போனேட் வீழ்படிவடைகிறது. கார்போனேட்டுகளில் கனிமங்கள் குறைவாக இருக்கும்போது உயிரியல் செயல்களினால் கரைந்து கார்பன் டைஆக்சைடு செறிவும் அமில காரத்தன்மையும் பெரிதும் மாறுபடுகின்றன. நீரின் அமிலத்தன்மை, கார்போனேட்டைத் தவிர மேலும் பல அயனிகளாலும் பாதிக்கப்படுகின்றன. பொதுவாக உள்ள நீர்நிலைகளில் அமில காரத்தன்மை 6-9 என உள்ளது. ஆனால் ஸ்ஃபாக்னம்மர்ஸ் தாவரங்கள் மிகுந்த நீர்நிலைகளில் அந்த மதிப்பு 4-க்குக் குறைந்து, அமிலத்தன்மை உயர்ந்ததைக் காட்டும். பல தனிமங்களின் வேதியியலை அமிலத்தன்மை கட்டுப்படுத்துகிறது. அமில காரத்தன்மையின் மதிப்புக் குறைந்து, அமிலத்தன்மை அதிகரிக்கும்போது, அங்குள்ள உயிரினங்களின் எண்ணிக்கை குறைகிறது.

பாஸ்ஃபரஸ். பாஸ்ஃபேட் அயனியாகவும், சிக்கலான கரிமப் பொருளாகவும், பாஸ்ஃபேட் நீரில் காணப்படுகிறது. குறிப்பாக ஆக்சிஜன் உள்ளபோது, சில பாஸ்ஃபேட் சேர்மங்கள் நீரில் சிறிதளவே கரைகின்றன. நன்னீர்ச் சூழ்தொகுப்பைச் சுற்றிலும் அமைந்துள்ள கனிமப்பொருள்களிலிருந்து பாஸ்ஃபேட் உண்டாகிறது. நீரில் உள்ள தனிமங்களுள் உயிரியல் தேவைக்கு மிகவும் குறைவாகவேயுள்ளது. பாஸ்ஃபரஸ் ஆகும். நீரின் பாஸ்ஃபரஸ் அளவை அதிகரித்தால் நீர்வாழ் தாவரங்களின் எண்ணிக்கையும் மிகுதியாகும்.

நைட்ரஜன். நைட்ரேட், நைட்ரைட், நைட்ரைடு, அம்மோனியா ஆகிய பலவகையில் நீரிலுள்ள நைட்ரஜன் காணப்படுகிறது. வீழ்படிவிலிருந்தும், மண்ணிலிருந்தும் நைட்ரஜன் கிடைக்கிறது. பொதுவாக, பாக்டீரியச் செயல்களினால் நீரிலுள்ள நைட்ரஜனளவு கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. பல பாக்டீரியாக்களும், நீலப்பசும் பாசிகளும், வளிமண்டலத்திலுள்ள நைட்ரஜனைத் தாவரங்களின் கரிம உருவத்தில் நிலைப்படுத்துகின்றன. இந்த நைட்ரஜன் பிறகு உயிரின ஊட்டச் சுழற்சியில் பங்கேற்கிறது. இதுபோல் நைட்ரஜனின் பல்வேறு உருவங்களின் இடைநிலைகள் பாக்டீரியச் செயல்களினால் ஏற்படுகின்றன. உயிரியல் தேவைக்குக் குறைவாகவே நீரில் நைட்ரஜன் உள்ளது. குறிப்பாக மனிதனின் செயல்களினால் பாஸ்ஃபரஸ் மட்டம் மிகும்போது, நன்னீர்த் தொகுப்புகளின் வளர்ச்சியை நைட்ரஜன் கட்டுப்படுத்தும். தாவர வளர்ச்சிக்கு உலோகங்களின் நுண்ணூட்டப் பொருள்களும் வைட்டமின்களும் தேவைப்படுகின்றன. சிறிது கூடுதலாக இருந்தாலும், செம்பு போன்றவை தாவர வளர்ச்சிக்கு ஊறு விளைவிக்கின்றன. நன்னீரில் மிகுந்துள்ள கால்சியம் உயிரினங்களின் வளர்ச்சிக்கு வரம்பிடு காரணியாக இருப்பதில்லை. ஆனால் அது நீர்வேதியியலைத் தீர்மானிப்பதில் பெரும்பங்கு பெறுகிறது. டையாட்டம், கடற்பஞ்சு போன்றவற்றிற்குச் சிலிக்கா ஒரு வரம்பிடு காரணியாக உள்ளது. ஆனால் மற்ற உயிரினங்கள் இதனால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

உயிரினங்கள். பொதுவான வகைப்பாட்டியலைத் தவிர மற்ற விதங்களான ஊட்ட வலைகளில் (trophic webs) உயிரினங்களின் பங்கு, அவற்றின் இயக்கம், அவை காணப்படும் நீர்ப்பரப்பு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் நன்னீர் வாழ் உயிரினங்கள் வகைப்பாடு செய்யப்படும்.

நீர்நிலைகளின் ஆழத்தில் வாழும் உயிரினங்களுக்கும், நீர்ப்பரப்பினுள் வாழும் உயிரினங்களுக்கும் குறிப்பிட்டுச் சொல்லத்தக்க வேற்றுமைகள் உள்ளன. ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியிலுள்ள உயிரினங்களின் எண்ணிக்கை அல்லது உண்டாகும் பொருள்களின் அளவைப் பொறுத்து உயிரினங்கள் மதிப்பீடு செய்யப்படும். இத்தகைய வேறுபாடுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட இனம் அல்லது தயாரிப்போர், செடியுண்ணி போன்ற இனத்தொகுதி களுக்கு மதிப்பீடு செய்யப்படும். இவற்றின் உற்பத்தித்திறனை அளவிடுவது மிகவும் கடினம். ஆனால் சூழ்த்தொகுப்பிலுள்ள உயிரினங்களின் எத்தகைய பங்கு கொள்கின்றன என்பதற்குரிய அரிய தகவலை இதனால் பெறலாம்.

மிதவை உயிரி. நீர்ப்பரப்பின்மேல் வாழும் மிதவை உயிரினங்கள் நீரின் போக்கிலேயே செல்கின்றன. இவற்றிற்கு இடப்பெயர்ச்சித் திறன் மிகவும் குறைவு. சில மிதவை உயிரினங்கள் நீந்தும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன. அனைத்து நன்னீர்ச் சூழ்த்தொகுப்புகளிலும் மிதவை உயிரினச் சமுதாயங்கள் உள்ளன. பாயும் நீர் அமைப்புகளில் மிகவும் மெதுவான பாய்வுள்ள இடங்களில் மட்டும் அவை காணப்படுகின்றன. பாசிகளின் எட்டுப் பெரிய வகைப்பாட்டுத் தொகுதிகளில் தாவர மிதவை உயிரிகள் (phytoplanktons) உள்ளன. அவற்றுள் பெரும்பாலானவை நுண்ணோக்கியினால் மட்டுமே காணக்கூடியவை. அவை ஒரு செல் முதல் பல செல்களினால் ஆகிய கூட்டமைவுகளாகப் (colonies) பல வேறுபாடான உருவ அமைப்புகளில் காணப்படுகின்றன. பல பாசிகளில் இடப்பெயர்ச்சிக்கு என்று தனி அமைப்பு எதுவும் இல்லை. சில பாசிகளில் கசையிழைகளையும், வளிம வெற்றிடங்களையும் பயன்படுத்தி மிதக்கவும் சில அமைப்புகள் உள்ளன. பெரிய மிதவை உயிரினத் தொகுதிகளில் குறிப்பிடத்தக்க செயல் வேற்றுமைகள் உள்ளன. டையாட்டம் செல்களில் சிலிக்கா அளவு மிகுந்துள்ளமையால், அவற்றின் வளர்ச்சி வீதம் மிகுந்து காணப்படுகிறது. நீரிலுள்ள நைட்ரஜன் அளவு குறையும்போது, சில நீலப்பசும்பாசிகள் கரைந்துள்ள நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளமையால், மற்றவற்றைவிடப் பெரும் பயன் அடைகின்றன. சில கசையிழை உடைய பாசிகள் சிறு துகள்களையும், நீரில் கரைந்துள்ள கரிமச் சேர்மங்களையும் சேகரம் செய்து, தன்னிடம் இயல்பாக உள்ள தன் ஊட்ட முறையுடன், அயல் ஊட்ட முறையினாலும் பொருள்களை அடைகின்றன. மிதவை உயிரி விலங்குகள் உணவாக உட்கொள்வதையும், செரிப்பதையும் சில பசும்பாசிகள் எதிர்க்கின்றன. இதனால் மேலும் அழுத்தம் அதிகரிக்கும்போது, இவை பயனடைகின்றன.

விலங்கு மிதவை உயிரி. கோபிபாடு, கிளாடோசீரான், ரோடிஃபெர் என்னும் உயர்வகை நியூக்ளியஸ் அமைப்புக் கொண்ட 3 பெரிய தொகுதிகளும், முன்னுயிரிகளும் விலங்கு மிதவை உயிரிகளில் அடங்கியுள்ளன. இவற்றுள் பெரும் பாலானவை நுண்ணோக்கியால் மட்டுமே காணக் கூடியவை; ஆனால், சிலவற்றைக் கண்களால் காணலாம். இரை தேடல், இனப்பெருக்கம், கொன்று தின்னி களிடமிருந்து தப்புவது போன்ற மூன்று சிறப்பான நிலைகளே இவற்றிற்குள்ளன. பல விலங்கு மிதவை உயிரிகள் தனித்த நிலையிலேயே உணவை உட்கொள்கின்றன; இதனால் நீரிலுள்ள தாவர மிதவை உயிரிகளின் எண்ணிக்கை குறைகிறது. இவ்வாறே இவை மிதவை உயிரிகளின் முதல்நிலை உற்பத்தியை உயர்வகை உயிரின மட்டத்துடன் இணைக்கின்றன. மற்ற விலங்கு மிதவை உயிரிகளை உண்டு வாழ்பவையாகச் சில விலங்கு மிதவை உயிரிகள் உள்ளன. மீன்கள் மிக அதிக அளவில் தமக்குச் சிறிய விலங்கு மிதவை உயிரிகளை உண்டு வாழ்கின்றன. பெரிய உடல்களைக் கொண்டவற்றையும், விலங்கு மிதவை உயிரிகளையும் மீன்கள் உணவாக உட்கொள்கின்றன; ஆனால், முதுகெலும்பில்லாத கொன்றுதின்னிகள் சிறிய விலங்குகளை உட்கொள்கின்றன.

ஒரு நன்னீர்ச் சூழ்தொகுப்பில் எத்தகைய கொன்றுதின்னிகள் உள்ளன என்பதை அங்குள்ள விலங்கு மிதவை உயிரினச் சமுதாயம் தீர்மானிக்கிறது. பல விலங்கு மிதவை உயிரினங்கள் கொன்றுதின்னி களிடமிருந்து தப்பும் வகையில் தம் உடல் அமைப்பில் மாறுதல்களைக் கொண்டுள்ளன. விலங்கு மிதவை உயிரிகளில் காணப்படும் இனப்பெருக்க முறைகள் சிக்கலானவை. ரோடிஃபெரும், கிளாடோசீரானும் பாலிலாப் பெருக்க முறையில் தம் இனங்களை விரைவாகப் பெருக்கிக் கொள்கின்றன. இவற்றில் பாலினப்பெருக்கம் காணப்பட்டால் வளர்வடங்கிய முட்டை உண்டாகிறது. பாலினப் பெருக்கத்தின் மூலம் கோபிபாடு உயிரி பெருக்கமடையும். ஆனால் அவற்றின் வளர்முறையிலும் ஒரு வளர்வடங்கிய நிலை இருக்கிறது. இத்தகைய வளர்வடங்கிய நிலை விலங்கு மிதவை உயிரிகளில் உள்ளமையால், ஏனைய நன்னீர் வாழ்விடங்களைச் சென்றடைய இது பயன்படுகிறது.

நீரினுள் இயங்கும் விலங்கு. மீன், நீந்தும் பூச்சி போன்ற நீரின் இயக்கத்தோடு இராமல், தன்னிச்சையாக இயங்கும் விலங்கு இதில் அடங்கும். இது மிதவை

உயிரி, ஆழ்நீரின் முதுகெலும்பு அற்ற தாவரங்கள், நீர்நிலைகளின் படிவு ஆகியவற்றைப் பாதிக்கிறது.

ஆழ்நீர் உயிரி. ஏரி, ஓடைகளின் அடிப்பகுதியில் உள்ள உயிரினங்கள் இவ்வகையில் அடங்கும். நீர்நிலைகளில் அடிப்பகுதியில் அமைந்துள்ள பொருள்களின் தன்மைக்கு ஏற்ப, இங்கு வாழும் உயிரினங்கள் காணப்படுகின்றன. தாவர ஆழ் உயிரிகள் (phytobenthos) சிறிய நுண்ணோக்கியால் காணக்கூடிய பாசிகளில் இருந்து, உயர்வகைத் தாவரங்கள் வரையில் அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு மூழ்குநிலை நன்னீர்ச் சூழ்த்தொகுப்பிலும் படிவுகளுக்கிடையேயுள்ள சிறு இடைவெளிகளிலும் பாசிகள் காணப்படுகின்றன. ஏனைய உயர் நீர்த் தாவரங்கள் நன்னீர் வாழ்விடத்திற்குரிய தகவமைவுகளைப் பெற்றுள்ளன. இவற்றுள் சில முற்றிலும் நீரில் மூழ்கியுள்ளன. சிலவற்றில் தாவரங்களின் சில பகுதிகள் மட்டும் நீருக்கு வெளியே தோன்றுகின்றன. சில, படிவுகளிலிருந்து ஊட்டம் பெறுகின்றன. சில, தம்மைச் சுற்றிலும் உள்ள நீரிலிருந்தே ஊட்டத் தனிமங்களைப் பெறுகின்றன. சில, தாவரங்கள் கரைக்கு அருகிலும், சில வேகமாகப் பாய்ந்து செல்லும் ஓடைகளிலும் காணப்படுகின்றன. விலங்கு ஆழ் உயிரிகளுள் ஒரு சில காம்பற்றவை. அதனால் அவை படுகையில் நிலையாகப் பதிந்திருக்கும். சில விலங்குகள் படிவுகளில் தவழ்ந்து வாழும் அல்லது படிவுகளின் மேல் நீந்தி வாழும். விலங்கு ஆழ் உயிரிகளுள் (zoobenthos) நுண்ணோக்கியால் காணத்தக்க சிறிய முன்னுயிரிகளும், மேலோடு உள்ளவையும், பெரிய பூச்சிகளும், மீன் போன்ற விலங்குகளும் உள்ளன.

பல நீர்வாழ் பூச்சிகளின் கூட்டுப்புழுப் பருவம், நீரிலுள்ள உணவு மூலகங்களைப் பயன்படுத்தும் விதத்தில் சிக்கலான வாழ்க்கைச் சுழற்சிகளோடு அமைந்துள்ளன. முதிர்ச்சியடைந்த பூச்சிகள் நீரினுள் நீந்தி வாழ்கின்றன. இத்தகைய தகவமைவு, பூச்சிகள் புதிய வாழ்விடங்களுக்குச் சென்று வாழ உதவுகிறது. மேலும் பாயும் நீர்நிலைகளில் நீரின் இயக்கம் மெதுவாக உள்ள ஓடைகளிலும், பூச்சிகள் வாழ வகை செய்கிறது. உணவை உட்கொள்வதன் அடிப்படையில் விலங்கு ஆழ் உயிரிகள் வகைப்பாடு செய்யப்படுகின்றன. சில விலங்குகள் நீரில் கலந்துள்ள கரிமத் துகள்களை உண்டு வாழ்கின்றன. சில பெரிய கரிமத் துணுக்குகளை உண்டு சிறிய நறுக்குகளாக மாற்றுகின்றன. பெரிய விலங்குகள் நீரின் பரப்பிலுள்ள பாசிகளை உண்ணுகின்றன. கொன்றுதின்னி விலங்குகள் ஏனைய விலங்குகளை உண்டு வாழ்கின்றன.

பாக்டீரியா. நன்னீர்ச் சூழ்த்தொகுப்பின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் அதாவது நீர்ப்பரப்பிலும், ஆழ்நீரிலும், படிவுகளிலும், படிவுகளுக்கு உள்ளேயும் பாக்டீரியாக்கள் காணப்பட்டு, ஆங்காங்கே உள்ள உயிரி நில வேதிச் சுழற்சியில் இன்றியமையாமை பெறுகின்றன. நீர்ப்பரப்பில் இருந்து ஊட்டச் சத்தினைப் பெறும் உயிரினங்களின் நீர்நிலைகளுக்குள்ளே அல்லது படிவுகளில் பாக்டீரியாக்களினால் சிதைக்கப்படுகின்றன. சிதைத்தலின்போது உயிரினங்களில் சிக்கியிருந்த கரிம ஊட்டப் பொருள்கள் நீருக்குள் வெளியிடப்படுகின்றன. இவை மீண்டும் ஏனைய உயிரினங்களின் வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற ஊட்டப் பொருள்கள் ஆகின்றன. பெரும்பாலான பாக்டீரியாக்கள் அயல் ஊட்டம் உடையவை (heterotrophic).

அவை குறைக்கப்பட்ட கரியை ஆற்றல் மூலமாகப் பயன்படுகின்றன. சில, கரி அல்லாத ஏனைய குறைக்கப்பட்ட சேர்மங்களில் இருந்து ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. ஒரு சில பாக்டீரியாக்களில் நிறமிகள் இருந்து, அவை ஒளிச்சேர்க்கைச் செயல்புரிந்து, தன்னூட்ட உயிரிகளாகின்றன. நன்னீர்ச் சூழ்தொகுப்பில், சிதைக்கும் பாக்டீரியா மிக இன்றியமையாதது.

சூழ்தொகுப்பு உட்பொருள்களில் உள்ள செயல் வினைகள்

ஒரு நன்னீர்ச் சூழ்தொகுப்பில் உள்ள நிலை, அதில் அடங்கிய உயிரினங்களுக்கும், உயிரற்ற பொருள்களுக்கும் இடையே நிகழும் எதிர்ச் செயல்களால் கட்டுப்படுத்தப் பட்டது ஆகும்.

உற்பத்தி. ஒரு நன்னீர்ச் சூழ்தொகுப்பில் முதல்நிலை உற்பத்தி ஒளி, ஊட்டப்பொருள் ஆகியவற்றால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஒரு நீர்ப் பகுதியில் ஆழம் செல்லச்செல்ல ஒளி குறைந்து, ஒரு நிலையில் ஒளிச்சேர்க்கைக்கு வேண்டிய ஆற்றல், மூச்சுவிடுதல் ஆற்றல் தேவைக்குச் சமமாக அமைகிறது. நீர்நிலைகளின் பரப்பு மட்டத்தில், நடுப்பகலில் ஒளி 1% ஆக இருக்கும்போது இத்தகைய ஈடுசெய்யும் மட்டம் (compensation level) அமைகிறது. ஒளிச்சேர்க்கை மூச்சுவிடுதலைவிட மிகுதியாக்கும்போது மட்ட உற்பத்திப் பகுதி (trophogemic zone) உண்டாகிறது. ஒளிச்சேர்க் கையைவிட மூச்சுவிடுதல் மிகுந்துள்ள மட்ட அழிவுப் பகுதி (tropholytic zone) மட்ட உற்பத்திப் பகுதிக்கும் கீழே அமைந்துள்ளது. ஆழ்நீர்நிலைப் பகுதிகளில் தாவர வளர்ச்சிக்குப் போதுமான ஒளி இருக்குமானால் அது கரையோர ஆழ்பகுதி (littoral zone) எனவும், அதற்கும் ஆழத்தில் உள்ளது மைய ஆழ்ப்பகுதி (profundal zone) எனவும் குறிக்கப்படும்.

நன்னீர்ச் சூழ்தொகுப்புகளில் கிடைக்கும் ஊட்டம் முதல்நிலை உற்பத்தியைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. நீர்நிலைகளுக்கு ஏற்றவாறு ஏரிகள் வகைப்பாடு செய்யப்படுகின்றன. தெளிவான நீர்நிலைகளில் உற்பத்தி குறைவாக உள்ளது. இது உற்பத்திக் குறைவான ஏரி (oligotrophic lake) எனப்படும். ஆழ்நீர் அடுக்கில் அதிக அளவில் ஊட்டச் செறிவும், உயர் அளவு பாசிகளின் உயிரி எடையும், உயர் அளவு உற்பத்தியும், கலங்கிய நீரும், குறைந்த ஆக்சிஜன் செறிவும் உள்ளன. உயர் உற்பத்தி ஏரி (eutrophic lake) எனப்படும் மிகவும் பழைய ஏரிகளில், உயர் உற்பத்தி நிலைகள் காணப்படும்.

இத்தகைய நிலையை அடையப் பல ஆண்டுகள் ஆகும். இவ்வாறு பல ஆண்டுகள் கழிந்து ஏற்படுவது உயர் உற்பத்தியாதல் (eutrophication) எனப்படும். இது இயற்கையில் நடைபெறுகிறது. ஊட்டச்சத்து மிகுதியாக உற்பத்தி ஆவது இந்நிலை அடைவதை விரைவுபடுத்துகிறது.

சிதைக்க இயலாத பெரும் அளவிலான கரிமப்பொருள்கள் ஓர் ஏரியின் அடிப்பகுதியை அடைந்தால் அது சிதைக்க இயலா ஊட்டப்பொருள் (destrophy) என்னும் மூன்றாம் பெரிய தொகுதியாகக் கருதப்படும். இத்தகைய கரிமப்பொருள்கள் ஏரிநீரை நிறம் பெறச் செய்து, நீரி வேதியியலைப் பெரிதும் பாதித்து, குறைந்த உற்பத்தித் திறனை உண்டாக்குகின்றன.

தாவரவுண்ணி, கொன்றுதின்னி ஆகியவை உட்கொள்ளும் மற்ற உயிரினங்கள் குறைந்த அளவு கார்பனையே எடுத்துக் கொள்கின்றன. இதற்கு மாறாக, அழுகும் நிலையில் உள்ள சிதைந்த கார்பன் உயிரற்ற பொருளாகப் சிதைபொருளால் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஊட்ட மறை மட்டத்திலும், சூழ்தொகுப்பு மட்டத்திலும் இவ்விரு வெவ்வேறான பாதைகளின் தராதர அளவு பெரிதும் வேறுபடுகிறது. சூழ்தொகுப்பு ஆய்வுகளில் ஓர் அலகினுள் நிலைப்படுத்தப்படும் கார்பன் தன் நிலைப்படு கார்பன் என்றும், வெளியிலிருந்து உண்டாகும் கார்பன் வேற்றுவழிக் கார்பன் என்றும் பகுக்கப்படும். பெரிய ஏரிகளின் பரப்புநீர் அடுக்கிலுள்ள தாவர மிதவை உயிரிகள் ஒளிச்சேர்க்கையில் ஈடுபடுவதால் உயிரினங்கள் பயன்படுத்தும் பெரும்பகுதி கார்பன் தன்நிலைப்படு கார்பனாக உள்ளது. காடுகளில் உள்ள மர நிழலினால் மறைக்கப்பட்டு ஓடிவரும் சில மலைச்சாரல் ஓடைகளில் உள்ள தாவரங்களுக்கு மிகக் குறைந்த அளவே ஒளி கிடைப்பதால், உதிர்ந்த இலைகள் ஓடைகளில் விழ, அதிலிருந்து பெறப்படும் வேற்றுவழிக் கார்பனே அங்குக் கார்பன் மூலமாக உள்ளது.

உயிரினப் பரவல். படிநிலைகள் நன்னீர்ச் சூழ்தொகுப்புகளின் இயற்பிய, வேதிச் செயல்களினால் ஏற்பட்டவை; மேலும் உயிரினங்கள், உயிரில்லாத சூழ்நிலைக் காரணிகளுடன் எதிர்வினைச் செயல்களில் ஈடுபட்டதினாலும் இந்நிலை ஏற்பட்டிருக்கலாம். நீர்நிலைகளின் ஆழம், பருவம் ஆகியவற்றிற்கு ஏற்றவாறு குறிப்பிட்டுச் சொல்லத்தக்க படித்தரங்கள் உண்டாகின்றன. மேலும் அவை காலம், இடங்களுக்கு ஏற்றவாறும் ஏற்படுகின்றன. நீர்ப் படித்தரங்களில் உள்ள பல உயிரினங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட துணைச் சூழ்நிலைக் காரணிக்கு ஏற்ற தகவமைவுகளையே கொண்டுள்ளன. அவை அந்தச் சூழ்தொகுப்பின் உள்ளேயே விரவியும் காணப்படுகின்றன. வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற போதுமான ஒளி கிடைக்கும் இடங்களிலேயே முதல்நிலைத் தயாரிப்புப் பொருள் காணப்படும். சில தாவரங்கள் நல்ல ஒளி உள்ளபோது நன்றாக வளரும்; சில இருள் சூழலில் வளரும்படியான சிறப்புப் பெற்றிருக்கும். நிறை ஊட்டம் உள்ள ஏரிகளில், நீர்ப் பரப்பிற்கு அருகில் அடர்ந்த, செறிவான தாவர மிதவை உயிரிகள் ஒளி, நீரினுள் நுழைவதைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. ஊட்டம் குறைவாக உள்ள ஏரிகளைவிட ஆழம் குறைவான பகுதிகளில் பாசிகள் மிகுந்து காணப்படுன்றன. இப்பகுதியில் கிடைக்கும் ஊட்டச்சத்து, தாவர மிதவை உயிரிகளின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. ஆறுகளில், ஊட்டச்சத்து, தாவர மிதவை உயிரிகளின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. ஆறுகளில், ஊட்டச்சத்து மிகுதியாக இருந்தபோதிலும், அதில் கலந்துள்ள துகள்கள் ஒளியின் அளவைக் குறைப்பதால் தாவர வளர்ச்சியும் குறைகிறது. தாவரங்கள், கிடைக்கும் ஊட்டச்சத்து அளவைக் கட்டுப்படுத்துவதால் ஊட்டச் சத்துகள் தாவரப் பரவலைப் பாதிக்கின்றன. நீர்ப்பரப்பில் உள்ள மிதவை உயிரியான டையாட்டம் அப்பகுதியில் உள்ள சிலிகா முழுவதையும் பயன்படுத்துவதால் இறுதியில் சிலிகா அருகிவிடுகிறது; இந்நிலையில் மற்றப் பாசிகள் இங்கு வந்து வாழ முற்படுகின்றன. இதே போலக் குறைந்த அளவு உள்ள நைட்ஜன், மற்றப் பாசிகளின் வளர்ச்சியைவிட நீலப்பசும்பாசிகள் வளர மிகு வாய்ப்பு அளிக்கிறது. தரையில் வேர் ஊன்றிய தாவரங்கள் தாம் உறிஞ்சிய ஊட்டப்பொருள்களை மீண்டும் நீர் நிலைகளின் அடிப்பகுதியில் நுழைப்பதால் சிதைபொருள்களாகப் படிகின்றன.

நுகர்வோர் உயிரினங்கள் உணவுப் படித்தரங்களாலும், இயற்பிய, வேதிப் பண்புகளாலும் பெரிதும் பாதிக்கப் படுகின்றன. முதல்நிலைத் தாவர அழுகும் பொருள்

களிலிருந்து கிடைத்த குறைந்த அளவு கார்பன் உள்ள பகுதிகளில் முதுகெலும்பற்ற விலங்குகள் மிகுந்து காணப் படுகின்றன. இவற்றால் வெளியிடப்படும் பொருள்களால் நேரிடையாக நுகர்வோருக்குக் கிடைக்கும் ஊட்டப் பொருள் பாதிப்படையும். மறைமுகமாகத் தயாரிப்போரில் இவை உண்டாக்கும் விளைவால் பாதிப்பு ஏற்படும். தன் நிலைப்படு கார்பன் உற்பத்திக்கு ஒளி கிடைத்தால் மேயும் விலங்குகள் பெருகிக் காணப் படும். ஏரி ஓடைகளில் குறைந்த அளவு ஆக்சிஜன் இன்மையால் வெப்பநிலை நீக்கப்பட்ட பிறகே, குறைந்த அளவு ஆக்சிஜன் உள்ள சூழலில் வாழ்வதற்கு ஏற்ற தகவமைவு பெற்ற ஏனைய உயிரினங்கள் வாழ்கின்றன.

வெப்பநிலை, ஆக்சிஜன், ஊட்டப் பொருள்களுக்கான படித்தரங்கள் ஆகியவை ஏரிகளின் ஆழத்திற்கு ஏற்றவாறு அமைந்துள்ளன. இத்தகைய படித்தரங்களால் தாவர மிதவை உயிரிகள், விலங்கு மிதவை உயிரியிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவு படித்தரத்தில் உயிரினங்கள் பரவியுள்ளன. பாயும் நீர்த்தொகுப்புகளில் மேல் ஓடை - கீழ் ஓடை அச்சில் பெரும் படித்தரங்கள் நீர் ஒழுக்கு வடிவமைப்பில் காணப்படுகின்றன. வெப்பநிலை வேறுபாட்டினால் வேதியியல், உயிரியல் அளவீடுகளில் பருவங்களுக்கு ஏற்றவாறு பெரு மாறுதல் உள்ள படித்தரங்கள் உண்டாகின்றன. முன்கூட்டியே சொல்லத் தக்க தாவர, விலங்கு மிதவை உயிரிகளின் பருவத்திற்கேற்ற தொடர் வழிமுறை வளர்ச்சி ஏற்படுகிறது. இளவேனில் காலம் முதல் கோடைக் காலம் வரை ஏற்படும் நீர்ப்பரப்பு அடுக்கு, வேதியியலில் உண்டாகும் மாறுதல் ஆகியன ஆழத்திற்கு ஏற்றவாறு அமையும். இத்தகைய காலப்படித்தரத்தில் பல மாறுபட்ட புள்ளிகளில் உயிரினங்களின் கூட்டம் அமைகிறது. பாயும் நீர்ச் சூழ்தொகுப்புகளில் பருவ மாறுபாடுகளாலும் பெரும் விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன.

- கே.ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

நன்னீர்த் தாவரங்கள்

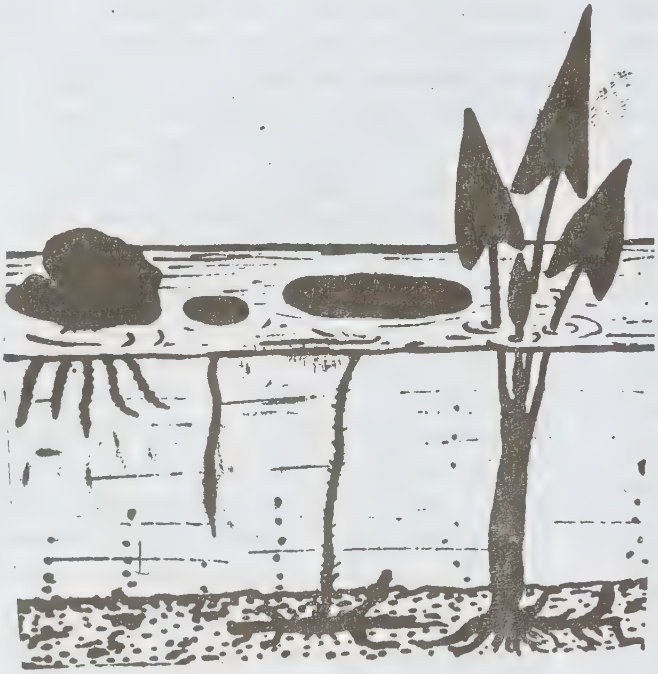
நன்னீர்த் தாவர வாழிடங்களைத் தேங்கி நிற்கும் நீர் வாழிடங்கள் என்றும், ஓடும் நீர் வாழிடங்கள் என்றும் பிரிக்கலாம். முதல் வகையில் குளம், குட்டை, ஏரி, சதுப்புப் போன்ற நீர்நிலைகளைச் சேர்க்கலாம். இரண்டாம் வகையில் நதி, சிற்றாறு, சிற்றோடை, நீரூற்று முதலியவற்றைக் குறிப்பிடலாம். உலகில் நில வாழிடங்கள், கடல்நீர் வாழிடங்களை விட நன்னீர் வாழிடங்கள் மிகக் குறைந்தளவேயுள்ளன.

நன்னீர் வாழிடங்களின் சூழ்நிலைக் கூறுகள். நன்னீரில் காற்று வெவ்வேறு அளவுகளில் காணப்படுகிறது. வளி மண்டலத்திலுள்ள வளிமங்களும் நன்னீரிலுள்ள வளிமங்களும் ஒரே தன்மையுடையவையே. ஆனால் இவை காணப்படும் அளவில் வேறுபடுகின்றன. வளிமண்டலத்தைவிட நன்னீரில் ஆக்சிஜனும் கார்பன்டைஆக்சைடும் மிகுந்துள்ளன. ஏனைய சூழ்நிலைகளைப் போல் இவ்விரு வளிமங்களும் நன்னீர்த் தாவர வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாதவை. ஆனால் நீரில் மூழ்கி வாழும் தாவரங்களுக்கு இவ்வளிமங்கள் எளிதாகக் கிடைப்பதில்லை. ஆழம் மிகுதியாக இருப்பதால் தேங்கி நிற்கும் நீரில் மிகக் குறைவாகவே ஆக்சிஜன் காணப்படுவதால் அங்கு உயர்வகைத் தாவரங்களும், விலங்குகளும் பொதுவாகக் காணப்படுவதில்லை. சில தாவரங்கள் நீரோடைகளிலும் சிற்றாறுகளிலும் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. ஆக்சிஜன் அளவு குறைவதால் தாவரப் பகுதிகள் சிதைவடைந்து கரி மட்கு அமிலங்கள் தோன்றுகின்றன.

நன்னீரில் மூழ்கி வாழும் தாவரங்களுக்கு மிகக் குறைந்தளவே ஒளி கிடைக்கிறது. இதற்குக் காரணம் நீர், ஒளியின் ஒரு பகுதியை எதிர்பலிக்கிறது; ஒரு பகுதியை உள்ளேற்கிறது. ஒளியின் ஒரு பகுதி நீரில் மிதக்கும் பொருள்களால் தடை செய்யப்படுகிறது. நீர் நிலையின் ஆழத்திற்கேற்பப் படிப்படியாக ஒளியின் அளவு குறைகிறது.

நீரில் பல ஊட்டப்பொருள்கள் கரைந்துள்ளன. இவை நீர்நிலை அமைந்துள்ள இடத்தின் தன்மைக்கேற்ப வேறுபடும். கால்சியம் கார்பனேட், பொட்டாசியம், பாஸ்ஃபாரிக் அமிலம், அம்மோனியம் சல்ஃபேட் முதலியன பொதுவாகக் காணப்படும். நன்னீர் நிலைகளில் பொட்டாசியம், நைட்ரஜன் ஆகியவற்றின் கூட்டுப்பொருள்களும் மிகுந்திருக்கும். உவர்நீரும் நன்னீரும் விகிதாச்சாரத்தில் மாறுபடுகின்றன. இதனால் நன்னீரில் மிதக்கும் நுண்ணுயிரிகள் (planktons) குறைவாக இருக்கும். தூய்மையான நிலையில் நீரின் வண்ணம் நீலநிறமாகும். ஏனைய வண்ணங்கள் யாவும் அங்கு வாழும் உயிரினங்கள், கரைந்துள்ள களிமண் துகள்கள், கரிம அமிலங்கள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தவையாகும்.

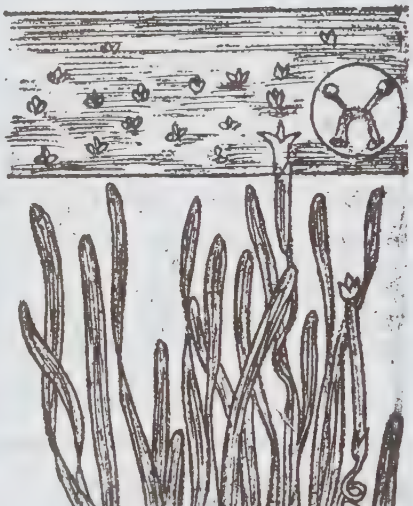
நீரின் அதிக அடர்த்தி 4°C இல் காணப்படுகிறது. இதற்கு மேலேயும் கீழேயும் நீர் விரிவடையும் தன்மையுடையது. ஆகவே 4°Cக்கு மேலேயும், கீழேயும் நீரின் அடர்த்தி குறைவாகவுள்ளது. இந்தத் தன்மையே நீர்நிலைகள் முழுமையாக உறைந்துவிடாமைக்குக்



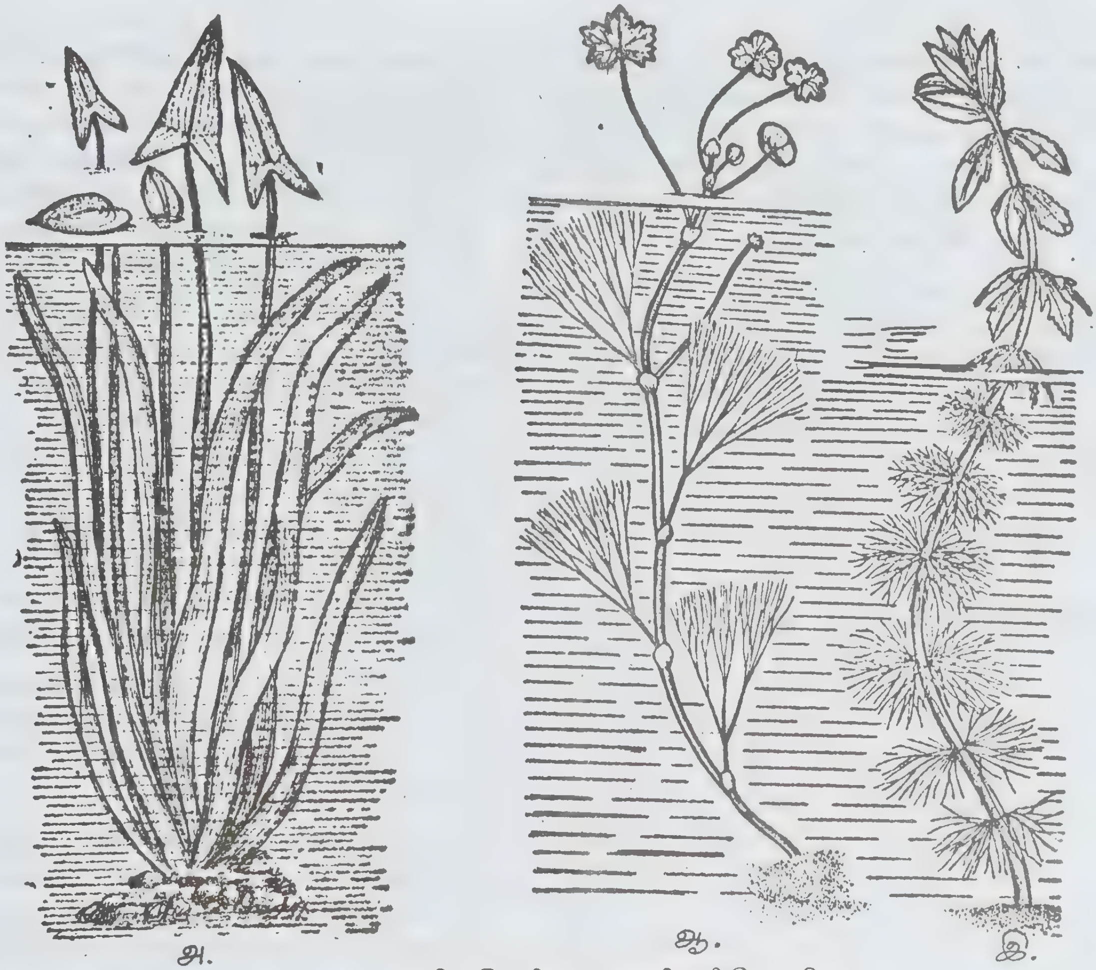
மிதந்து வாழ்பவை

இருநிலைத் தாவரம்

மூழ்கி வாழ்பவை



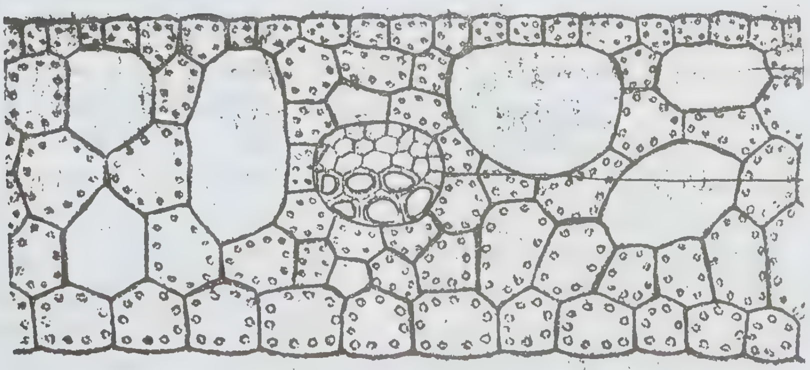
வாலிஸ்னேரியா



அ. சாஜிட்டேரியா சாஜிடிஃபோலியா

ஆ. ரன்குலஸ் அக்வாட்டிலிஸ்

இ. லிம்னோஃபில்லா ஹெட்ரோஃபில்லா



போட்டோமொஜெட்டான் இலையின் குறுக்குத் தோற்றம்

காரணமாகும். வெப்பநிலை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல் உயர உயர நீரிலுள்ள வளிமங்களைக் கரைக்கும் தன்மையைப் படிப்படியாக நீர் இழக்கிறது. நீர்வாழ் தாவரங்களை மூழ்கி வாழ்பவை (submerged), மிதந்து வாழ்பவை (floating), இருநிலையில் வாழ்பவை (amphibious) எனப் பகுக்கலாம்.

மூழ்கி வாழ்பவை. இவை நீர்மட்டத்திற்குக் கீழ் வளிமண்டலத்துடன் சிறிதும் தொடர்பின்றி வாழ்பவை. இவை தரையில் வேரூன்றியோ வேரூன்றாமலோ வாழும் தம்மையுடையவை. இங்கு வாலிஸ்னேரியா, ஹைட்ரில்லா, போட்டோமொஜெட்டான், நாஜாஸ், அட்ரிகுலேரியா, செரட்டோஃபில்லம், மிரியோஃபில்லம் போன்ற பூக்கும் தாவரங்களும் கேரா, நைட்டெல்லா போன்ற பாசிகளும், பல நுண்ணுயிரிகளும் பொதுவாகக் காணப்படும்.

மிதந்து வாழ்பவை. இவை நீர்ப்பரப்பிலோ சிறிது அடியிலோ மிதந்து வாழ்பவையாகும். இவை தரையில் வேரூன்றியோ வேரூன்றாமலோ காணப்படும். இதனடிப்படையில் வேரூன்றி மிதப்பவை, வேரூன்றாது மிதப்பவை என்றும் பிரிக்கலாம்.

வேரூன்றி மிதப்பவை. இவ்வகைத் தாவரங்கள் நீர்நிலைகளின் அடியில் மண்ணில் வேரூன்றியிருக்கும். ஆனால் இவற்றின் இலைகளும் மஞ்சரிக் காம்புகளும் நீரின் பரப்பில் மிதக்கும். எடுத்துக்காட்டாக அல்லி, தாமரை போன்ற பூக்கும் தாவரங்களையும் பெரணியையும் கூறலாம்.

வேரூன்றாது மிதப்பவை. இவை நீர்ப்பரப்பில் மிதந்து வாழ்பவை. இவை தரையில் வேரூன்றி இரா. எடுத்துக்காட்டாக உல்ஃபியா, லெம்னா, டிராபா, நிம்ஃபாய்டஸ், லிம்னாந்திமம், எக்கார்னியா, பிஸ்டியா ஆகிய பூக்கும் தாவரங்களையும் சால்வீனியா, அசோலா போன்ற பெரணிகளையும் கூறலாம்.

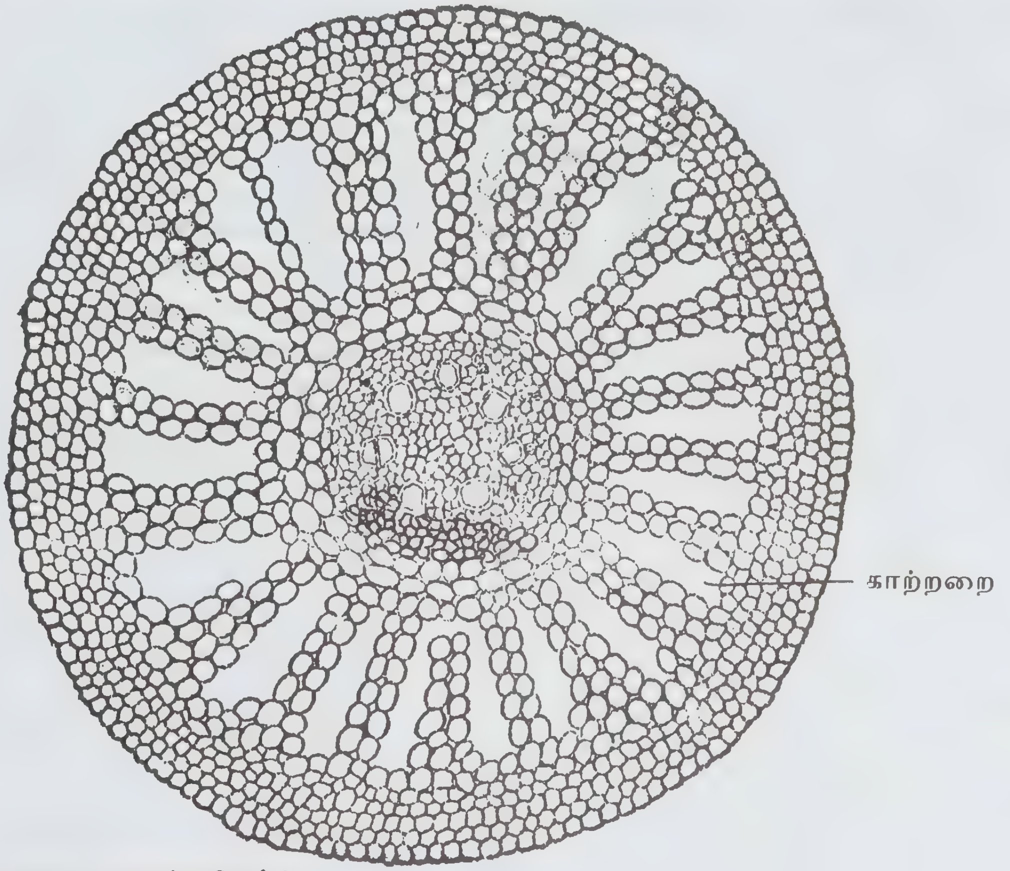
இருநிலையில் வாழ்பவை. இத்தாவரங்கள் நீர்நிலைகளிலும் நிலங்களிலும் வாழ்வதற்கேற்பத் தகவமைவுகளை உடையவை. இவை ஆழம் குறைந்த நீர்நிலைகளிலும் சதுப்புநிலப் பரப்புகளிலும் வாழ்பவை. சதுப்பு நிலத்தில் வாழும் இத்தாவரங்களின் (halophytes) வேர், தண்டின் ஒரு பகுதி, ஒருசில இலைகள் ஆகியன நீரில் மூழ்கியும் தண்டின் மேற்பகுதி பெரும்பாலான இலைகளுடனும் மஞ்சரியுடனும் நீர்ப்பரப்பிற்கு மேலேயும் வளர்ந்திருக்கும். இத்தாவரங்களின் மேற்பகுதி இடைநிலைத் தாவரத் (mesophytic) தகவமைவு களையோ வறள் நிலத் தாவரத் தகவமைவுகளையோ கொண்டிருக்கும். ஆனால் மூழ்கியிருக்கும் பகுதி நீர்வாழ் தாவரத் தகவமைவுகளைக் கொண்டிருக்கும். இச்சூழ்நிலையில் நெல்லின் சில வகைகள், சிர்பஸ், சாகிட்டேரியா, அலிஸ்மா, காமலைனா, பாலிகோணம், டைஃபா, ரனன்குலஸ், ஃபிராக்மைட்டிஸ், நெப்டுனியா போன்ற பூக்கும் தாவரங்களும் மார்சிலியா போன்ற பூவாத் தாவரங்களும் வாழ்கின்றன.

சிற்றோடைகளிலும் சிற்றாறுகளிலும் நீர் ஓடிக்கொண்டிருப்பதால் வளிமங்களின் அளவு ஒரே சீராக இருக்கிறது. இதனால் பெடஸ்டமேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த அரிதான தாவரங்கள் இச்சூழ்நிலையில் வாழ்கின்றன. சிற்றோடைகளில் லிம்னோஃபில்லா, ஹெட்டிரோஃபில்லா போன்றவை வாழ்கின்றன. இதன் நீரோட்டப் பகுதியில் பிளவுபட்ட இலைகளும் மேலேயுள்ள பகுதியில் முழுமையான இலைகளும் உள்ளமையைக் காணலாம். மேலும் ஸ்பைரோகைரா போன்ற பாசிகளும் இதில் இருக்கும்.

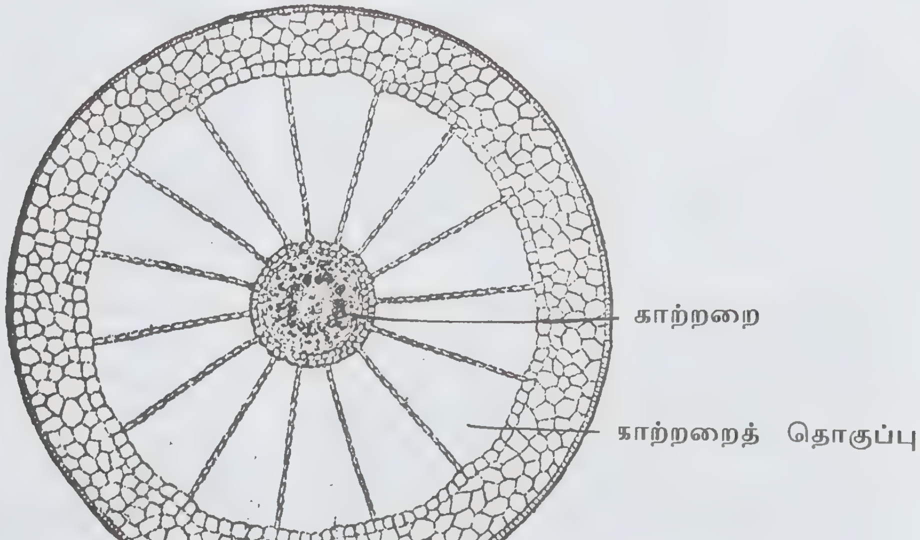
நன்னீர்த் தாவரங்களின் தகவமைவுகள். இத்தாவரங்களின் தகவமைவுகளை வெளியமைப்புத் தகவமைவுகள், உள்ளமைப்புத் தகவமைவுகள் என இரு பகுதிகளாகப் பிரித்துக் காணலாம்.

வெளியமைப்பு. நன்னீர்த் தாவரங்களில் பெரும்பாலானவற்றில் வேர்த் தொகுதி நன்றாக வளர்ச்சியுற்றிராது. இவை நீரிலேயே வாழ்வதால் நீரை உறிஞ்சும் உறுப்பான வேருக்குப் பணி இருப்பதில்லை. இதனால் மிதந்து வாழ்பவற்றில் வேர்த் தூவிகள் மிகக் குறைவாக இருக்கும். மிதப்பவற்றில் வேர்த்தொகுதி தாவரங்களைச் சமநிலையில் வைக்கவே பயன்படுகிறது. வாலிஸ்னேரியா போன்றவை ஊட்டச்சத்தினை ஓரளவு வேரின் மூலமும் ஓரளவு இலைகளின் மூலமும் எடுத்துக் கொள்கின்றன. செட்டோஃபில்லம், உட்ரிகுலேரியா போன்றவற்றில் வேரே கிடையாது. ஜன்சியாவில் தாவரம் நீரில் மிதந்து வாழும்போது மிதப்பதற்கு ஏதுவாக கடற்பஞ்சு போன்ற வேர்களும் சாதாரண வேர்களுடனிருக்கும். ஆனால் நிலத்தில் வாழும்போது சாதாரண வேர்த்தொகுதி மட்டுமேயிருக்கும்.

நன்னீர்த் தாவரங்களின் தண்டுகள் மென்மையானவை. இவை பசுமையாகவோ மஞ்சளாகவோ இருக்கும். சிலவற்றில் மட்ட நிலத் தண்டுகளும் (rhizome) ஓடுதண்டும் (runner) உண்டு. இத்தாவரங்களின் இலைகள் நீளமாகவோ வட்டவடிவிலோ மென்மையாக இருக்கும். இலையின் அடிப்பரப்பு நீரை ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். நீரின் மட்டம் உயர்வதற்கேற்பத்



டைஃபா வேரின் குறுக்குவெட்டு



மிரியோஃபில்லம்

தாமரையில் இலைக்காம்பு வளர்ச்சியுற்று இலைத்தாளை நீரின் பரப்பிலிருக்கும்படிச் செய்யும். நீர் மட்டம் இறங்கும்போது இலைத்தாள் குவிந்துவிடும். சாஜிட்டேரியா சாஜிட்டிஃபோலியா, ரனன்குலஸ் அக்குவாடிலிஸ், லிம்னோஃபில்லா, ஹெட்டிரோஃபில்லா போன்றவற்றில் மூழ்கியிருக்கும் இலைகள் மடல்களாகப் பிரிக்கப்படும். மேலேயுள்ள இலைகள் முழுமையாக அமையக் காணலாம். தாமரை, அல்லி போன்றவற்றின் இலைகளின் மேற்பரப்பில் மெழுகுப்படலம் உண்டு. எக்கார்னியா போன்றவற்றில் இலைக்காம்பு தடித்துக் கடற்பஞ்சுப் போன்றிருக்கும். மூழ்கி வாழ்பனவற்றின் இலைகள் சிறியவையாகவோ மடல்களாகப் பிளவுற்றோ இருக்கும். தழைவழி இனப்பெருக்கமே இத்தாவரங்களில் மிகுந்து காணப்படும். மகரந்தச் சேர்க்கையும் விதைப்பரவலும் நீரின் மூலமே நடைபெறுகின்றன.

உள்ளமைப்புத் தகவமைவுகள். உள்ளமைப்புத் தகவமைவுகள் காற்றோட்டத்தை அதிகரித்தல், பாதுகாப்புத் திசுக்களைக் குறைத்தல், வலிமை தரும் திசுக்களைக் குறைத்தல், செலுத்தும் திசுக்களைக் குறைத்தல் ஆகிய பணிகளைச் செய்கின்றன.

காற்றோட்டத்தை அதிகரித்தல். காற்றறைகளைக் கொண்ட காற்றுத்திசு (arenchyma) மூழ்கி இருக்கும் இலை, தண்டு ஆகியவற்றிலும், மிதக்கும் தண்டு, இலைக்காம்பு, வேர் ஆகியவற்றிலும் மிகுந்து காணப்படும். இக்காற்றறைகளில் வளிமம் நிரம்பியிருக்கும். காற்றறைகளைப் பிரிக்கும் செல்களில் பசுங்கணிகங்கள் (chloroplasts) நிறைந்திருக்கும். மேலும் மூழ்கி வாழும் பகுதிகளில் காற்றுத் துளைகள் இராவிடினும் உடற்பகுதிச் செல் சுவர்களின் மூலமே காற்றுப் பரிமாற்றம் நடைபெறுகிறது. காற்றறைப் பகுதிகள் ஒளிச்சேர்க்கைக்குப் பயன்படுவதுடன் மிதக்கும் தாவரங்கள் மிதப்பதற்கு ஏற்றவாறும் அமைகின்றன. இலைகளில் காற்றறைகள் உள்ளமையால் அவை மிதந்து பரவுதல் எளிதாகிறது.

பாதுகாப்புத் திசுக்களைக் குறைத்தல். புறத்தோலில் (epidermis) உறைப்படலம் கிடையாது. நீருக்கு வெளியே இருக்கும் பகுதிகளில் மெல்லிய படலம் இருக்கலாம். நீர்வாழ் தாவரங்களின் புறத்தோல், உறிஞ்சு உறுப்பாகவே பல சமயங்களில் செயல்படுகிறது. புறத்தோல் செல்களிலும் பசுங்கணிகங்களுண்டு. எனவே, இப்பகுதியும் ஒளிச்சேர்க்கையில் ஈடுபட முடிகிறது.

வலிமை தரும் திசுக்களைக் குறைத்தல். வலிமை தரும் திசுக்கள் மிகக் குறைவாகவோ முழுதும் இல்லாமலோ இருக்கலாம். இருநிலை வாழ் தாவரங்களில் ஓரளவு இவை காணப்படலாம். பொதுவாக நெகிழ்ச்சியாக அமைந்த மெல்லிய செல் சுவர்களையுடைய கடற்பஞ்சுப் போன்ற காற்றுத் திசுக்களே மிகுந்திருக்கும். இந்தச் செல்களில் நீர் நிரம்பியிருக்கும்போது அவை வலிமை தருகின்றன. அல்லி போன்றவற்றில் ஆங்காங்கே விண்மீன் வடிவப் பகுதிகள் வலிமை தருவதற்காக உள்ளன.

செலுத்தும் திசுக்களைக் குறைத்தல். உடல் முழுதும் நீரையும் ஊட்டப் பொருள்களையும் உள்ளேற்கும் தன்மை உள்ளமையால் இங்குச் செலுத்து திசுக்கள் பெரிதும் குறைக்கப்பட்டுள்ளன. சிலவற்றின் கட்டைத் திசுவில் (xylem) ஒரு சில காற்றறைகள் (tracheid) மட்டுமே தோன்றியுள்ளன. சல்லடைத் திசுவும் (phloem) குறைவாகவே காணப்படும். இவற்றின் சல்லடைக் குழாய்கள் இடைநிலைத் தாவரங்களைவிடக் குட்டையாக இருக்கும். சல்லடைத்திசுப் பாரன்கைமா மிக அதிகமாக இருக்கும். அகத்தோல் தெளிவாகவோ தெளிவற்றோ காணப்படும். பொதுவாகத் தண்டில் காற்றுக்குழாய்த் தொகுப்புகள் (vascular bundles) மையத்தில் நெருக்கமாகத் திரண்டிருக்கும்.

- கா. இராஜசேகரன்

துணைநூல். E.P.Odum, Fundamentals of Ecology, W.B.Saunders and Company, London, 1971.

நன்னீர்ப் பாசிகள்

உயர்நிலைத் தாவரங்களைப் போன்று கடற்பாசிகளும், நீர்ப்பாசிகளும் விதையிலாத் தாவரங்கள் எனத் தொன்றுதொட்டே வழங்கப்பட்டு வந்துள்ளன. ஆறு, ஏரி, குளம், குட்டை போன்ற இடங்களில் நல்ல நீரில் வாழும் பாசிகளுக்கு நன்னீர்ப் பாசிகள் என்று பெயர்.

அய்க்லெர் என்பார் பாசியினத்தை ஐவகையாகப் பாகுபடுத்தியுள்ளார். அவை, சயனோஃபைசி, டயாடமஸ், குளோரோஃபைசி, ஃபேயோஃபைசி, ரோடோஃபைசி என்பன. ஹார்வி என்பார் பாசிகளைக் குளோரோஸ்பெர்மே, மெலனோஸ்பெர்மே, ரோடோஸ்பெர்மே என மூவகைப்படுத்தியுள்ளார். இவ்விருவரின் வகைப்பாடுகளும் பாசியினத்திலுள்ள பசுங்கணிக நிறமிகளின் அடிப்படைத் தன்மையிலிருந்து வரையறுக்கப்பட்டன. பின்னர் 19ஆம் நூற்றாண்டில் கசையிழைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின்னர் புதிய முறை பின்பற்றப்பட்டது. கசையிழையும், பசுங்கணிகமும்

உடைய உயிரினங்கள் பாசிகளாகவும் பசுங்கணிகமற்ற தன்மையுடையன புரோட்டோசோவா ஆகவும் பிரிக்கப்பட்டன. சில சமயங்களில் கூட்டுப் பண்புகளால் மட்டுமே கடினமான சில பிரிவுகளைத் தெளிவாக்க முடிந்தது. பாசிகள் சேமித்துவைத்த பொருள்களின் வேதித் தன்மை, நிறமிகளின் சிறப்புத் தன்மை, கசையிழைகளின் அமைப்பு, குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை, செல்சுவரின் தோற்றம் ஆகியவை வகைப்பாட்டியலில் அடிப்படையாகக் கொள்ளப் படுகின்றன.

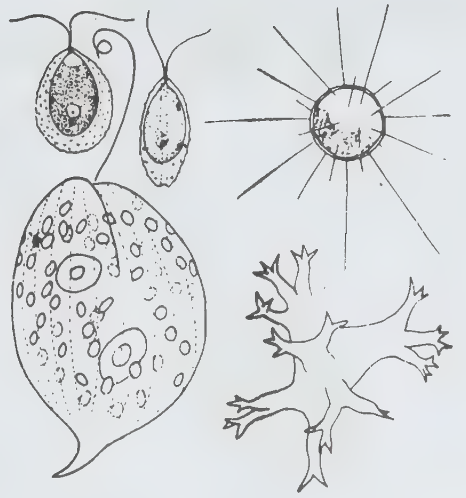
புரோகேரியோட்டா

தொகுதி : சயனோஃபைட்டா (நீலப் பசும்பாசிகள்). இந்தப் பாசியினங்கள் நன்னீர்த் தேக்கங்களிலும், மண்ணிலும், வெந்நீர் ஊற்றுகளிலும், உயர் தாவரங்களிலும் வாழ்கின்றன. இவை தனிச் செல்களாகவோ உடலகத்துடனோ, இழை வடிவத்துடனோ விளங்குபவை. இப்பாசிக்கு உட்கருவும் குரோமோசோமும் இரா. தவிர இதன் பசுங்கணிகங்கள் வளர்ச்சியடையாத நிலையிலுள்ளன. இதனால் இப்பாசியைப் பலகாலமாகப் பாக்டீரியாக்களுடன் இணைத்திருந்தனர். நாஸ்டாக், அனபீனா போன்ற பல பாசிகள் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துவதால் பல தாவரங்களுக்கு உயிர்ச் சத்தாகப் பயன்படுகின்றன.

யுகேரியோட்டா. இந்த பாசியினங்கள் ஆறு, குளம், குட்டை, ஓடை போன்ற இடங்களில் வாழ்கின்றன. இத்தொகுதியைச் சேர்ந்த பாசிகள் தனிச்செல்களாகவும், கூட்டாகவும், பல இழைகளாகவும், குழல் உடல்களாகவும் வாழ்கின்றன. நிறமிகளும் குறிப்பிட்ட குரோமோடோஃபோர்களால் ஆனவை. இத்தொகுதி பின்வரும் ஏழு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

யுகிளினோஃபைட்டா. மிக நீண்ட கசையிழையுடைய தனிச் செல்களால் ஆனது. கண்புள்ளி, நுண்குமிழ் ஆகியவையுண்டு. தகடு போன்ற வண்ணக் கணிகங்களும் பசுங்கணிகங்களும் மிகுந்து காணப்படும். நீளவாக்கில் செல்பிரிவு ஏற்பட்டுத் தன்னினத்தைப் பெருக்குகிறது. நன்னீரிலும், கடலிலும், தரையிலும் காணப்படுகிறது. எ.டு. யூக்ளினா.

குளோரோஃபைட்டா. புல்பச்சை நிறம் கொண்டது. தனிச்செல்களாலான அல்லது கூட்டமைவு அல்லது இழைவடிவ உடலகங்களைக் கொண்டுள்ளது. சில பாசிகள் இலைகளுடைய பெரிய செடிகளாகவும், சில குழல் உடலகங்களாகவும் காணப்படுகின்றன. செல்கள் 2,4 அல்லது பல கசையிழைகளைக் கொண்டுள்ளன.



நன்னீர்ப் பாசிகள்

பாலிலா இனப்பெருக்கம் விதைகளாலும், ஏப்ளேனோஸ்போர்களாலும், பால்மெல்லா படிவங்களாலும் நடைபெறுகிறது. பாலினப் பெருக்கமோ ஒத்த இணைவு, (isogamy), மாறு இணைவு (anisogamy), கலவிப்பெருக்க இணைவு (oogamy) என்னும் மூன்று முறைகளிலும் நடைபெறுகிறது. இப்பாசி நன்னீரிலும், தரையிலும், கடலிலும் காணப்படுகிறது. எ.டு: வால்வாக்ஸ்.

பிர்ரோஃபைட்டா. தனிச்செல்களால் ஆனது. இரு பக்கமும் கசையிழைகள் அமைந்திருக்கும். கண்புள்ளிகளும், நுண்குமிழிகளும் உண்டு. வண்ணக்கணிகங்கள் தகடு போன்று பழுப்பு, சிவப்பு, நீலம் ஆகியவற்றால் ஆனவை. எ.டு: செராசியம்.

பேசில்லேரியோஃபைசி. இதிலடங்கிய பேரினங்கள் யாவும் டயாடம்கள் என்று குறிப்பிடப்படுகின்றன. டயாடம்களின் செல் உறை, ஒன்றின்மேல் ஒன்று பொருந்திய பேழையைப் போலானது. இது சிலிக்கா என்னும் பொருளை மிகுதியாகக் கொண்டுள்ளது. சில செல்கள் தாமாகவே நகரும் தன்மையுடையவை. பசைப்பொருள்களைச் சுரக்கும் இயல்புடையவை. பாலினப் பெருக்க முறை அல்லது தன்னினப் பெருக்கமுறையில் இனப்பெருக்கம் நடைபெறும். இது நன்னீரிலும், கடலிலும் பரவியுள்ளது. எ.டு: ஆக்டிநெல்லா.

நன்னீர்ப் பாசிகள்

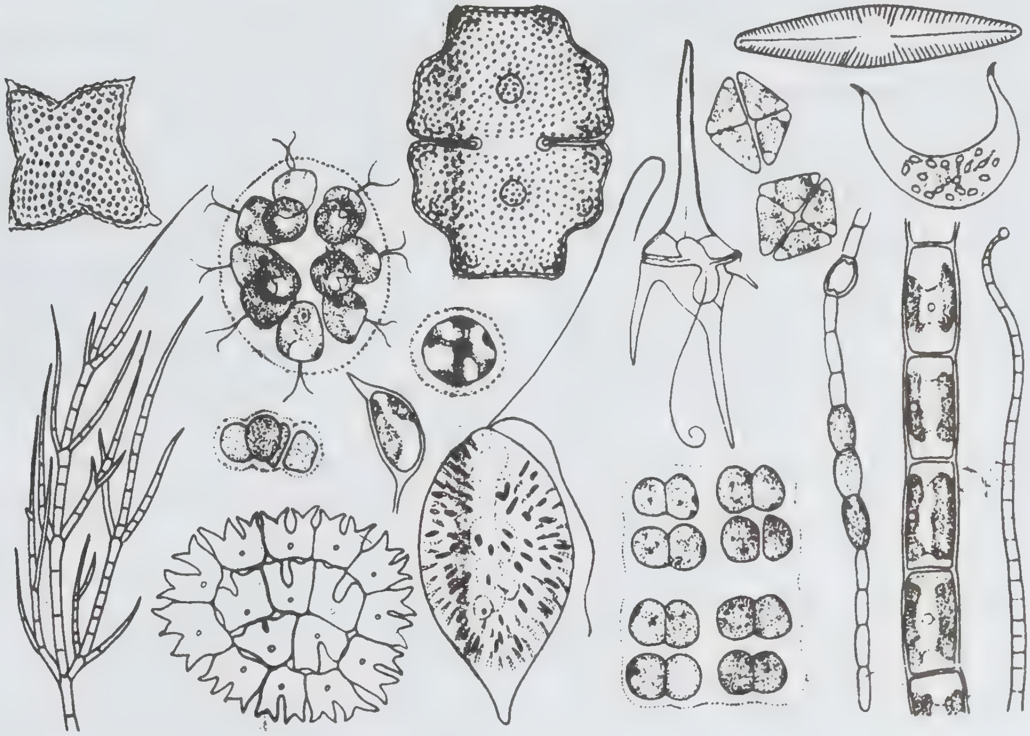
கிரைசோஃபைட்டா. இத்தொகுதியில் அடங்கும் பேரினங்கள் பசுமஞ்சள் முதல் பொன் பழுப்பு வரையான கணிகங்கள் உடைய உடலகங்கள் பெற்றவை. பெரும்பான்மையானவற்றின் உடலகம் தனிச் செல்களால் ஆனது. செல்பகுப்பு முறையில் இனப்பெருக்கம் நடைபெறும் கிரைசோஸ், கிரைசோலேமரின், லூகோசின் எண்ணெய் ஆகிய பொருள்களைச் சேமித்து வைக்கிறது. எ.டு: பாட்டிரிடியம்.

பிரியோஃபைட்டா. சிறு இழையுடலகங்களிலிருந்து மிகப் பெரிய கிளைகள் வரையில் வெளித் தோற்றத்திற்குப் புலப்படும் பழுப்பு நிறமிகளைக் கொண்டது. லேமினேரின், மானிட்டால் கொழுப்பு ஆகிய பொருள்களைச் சேமித்து வைக்கிறது. இனப்பெருக்கச் செல்கள் பக்கவாட்டத்திலுள்ள கசையிழைகளின் உதவியால் நகரும் தன்மை கொண்டவை எ.டு. ஹெரிபாடியெல்லா.

ரோடோஃபைட்டா. இது ஒற்றைச் செல்களாலும், இழைகளாலும் கிளைகளுடைய உடலங்களாலும்ஆன பாசியாகும். சிவப்பு வண்ணமுடைய இப்பாசியில் நிறமிகளைக் கொண்ட வண்ணக் கணிகங்கள் உண்டு. கசையிழை அறவே கிடையாது. எ.டு: பட்ரகோஸ்பெரமம்.

- கா. முனிசாமி

துணைநூல். F.E. Fritsch, The structure and Reproduction of Algae, Volume 1 & 2, Vikas Publishing House Pvt Ltd, New Delhi, 1979.



நன்னீர்ப் பாசிகள்

நன்னீரில் மீன்பிடிப்பு

நன்னீர்த் தேக்கங்களிலிருந்து உயர் மீன் உற்பத்தி பெற ஒவ்வொரு மீன்பிடிப்பு முறையும் நீர்த்தேக்கங்களின் அமைப்பு, மீன்களின் தன்மை, அடிப்பரப்பின் தன்மை, நீரோட்டம் இவற்றைப் பொறுத்தே இருக்கும். தற்போது கீழ்க்காணும் மீன்பிடிப்பு முறைகள் மேற்கொள்ளப் படுகின்றன.

தூண்டில். எறிதூண்டில், கைத்தூண்டில், ஆயிரங்கால் தூண்டில் எனத் தூண்டில் பல வகைப்படும். இவ்வகைத் தூண்டில்களில் உள்ள முள்களில் புழு, பூச்சிப் போன்ற உயிரினங்களை இணைத்து, கெளுத்தி, விரால், அவுரி, விலாங்கு, திலேப்பியா போன்ற மீன்களை நீரின் எந்த ஆழத்தில் இருந்தாலும் பிடித்துவிடலாம்.

மீன் தடுப்பு. மீன்தடுப்புமுறை மூலம் மீன்பிடித்தல் ஆழம் குறைந்த நீர் நிலைகளிலும் வேகம் குறைந்த நீரோடைகளிலும் நடைபெற்று வருகிறது. இம்முறையில் மீன்களை ஒலியெழுப்பி இடம்பெயரச் செய்து, மூங்கிலால் வட்டமாக வேலி அமைத்து, அவ்வடைப்புக்குள் விரித்து வைத்த வலைகளில் வந்தடையும் போது வலையைத் தூக்கி மீன்களைச் சேகரிக்கலாம்.

மிதப்புப் பொறி. இம்முறையில் மீன்தடுப்புப் போலவே வலையின் உதவியால் நீர்நிலையின் குறுக்கே வேலி போன்ற அமைப்பை ஏற்படுத்தி இடையிடையே வலைச்சுவர்களில் தொங்கலாகப் பல பைகளை ஏற்படுத்துவர். மீன்கள் சுவர் போன்ற அமைப்பின் மேல் தாவி அவ்வலைகளின் பைகளில் விழுந்துவிடும். பொதுவாக ஆறுகளில் இம்முறை பயன்படுகிறது. முட்டையிடவும் உணவு தேடியும் இடம்பெயர்ந்து இங்கு வரும் மீன்கள் இவ்வலைகள் மூலம் பிடிக்கப்படுகின்றன

ஆகாயப் பொறி. நீர்மட்டத்துக்குமேல் வேகமாகத் தாவும் மீன் இனங்களைப் பிடிக்க இம்முறை பயன்படுகிறது. மடவை போன்ற மீன் இனங்களை வேகமாகத் துரத்தினால் அவை வேகமாக நீந்தி நீர்மட்டத்துக்கு மேல் தாவும். கங்கை, யமுனை போன்ற ஆறுகளில் இம்முறை உள்ளது. தாவி வரும் மீன்கள் பொறிகளில் விழுவதால் சேகரிக்கப்படுகின்றன. மரக்கம்புகளை நீர்நிலைகளில் ஊன்றி அவற்றில் வலையினைச் சுவர் போன்று அமைத்து மறுபகுதியில் வலையினாலான தளம் போன்று நிறுவியிருப்பர். தாவி வரும் மீன்கள் இச்சுவர்களைத் தாண்டித் தளங்களில் விழுகின்றன. பள்ளங்களுடன் கூடிய இத்தளங்களின் ஓரங்களை மரச்சட்டம் அல்லது மூங்கில் சட்டங்களில் இணைத்து அத்தளங்களை உறுதி செய்து தேவைக்கு ஏற்றபடி வலையை மேலும் கீழும் உயர்த்தியோ, பக்கத்தில் திருகியோ பல திசைகளிலும் செல்லும் மீன்களைப் பிடிக்கலாம்.

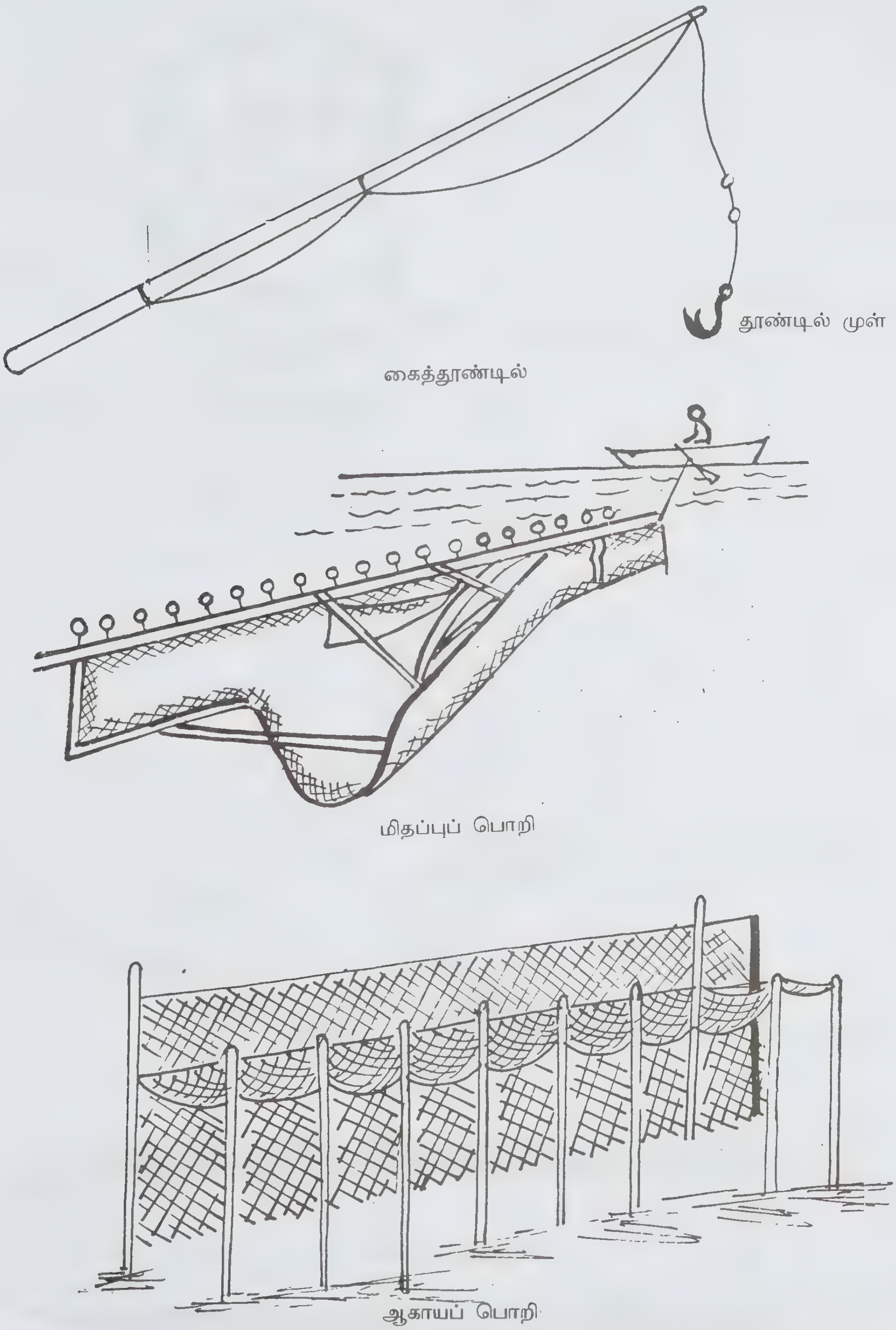
இழுப்பு வலை. நீண்ட சுவர் போன்ற இழுப்பு வலைகளைப் பயன்படுத்தி மீன்களைப் பிடிக்கலாம். சிறிய மீன்களைப் பிடிக்கச் சிறிய கண்ணிகளும் பெரிய மீன்களைப் பிடிக்க பெரிய கண்ணிகளும் அமைந்த வலைகளைப் பயன்படுத்தலாம். இவ்வலை நீரில் இழுக்க எளிதாகவும் இருக்கும். நன்னீர் மீன் பண்ணைகளில் தோப்பா, வெள்ளிக்கெண்டை போன்ற மீன்களின் பெரும்பகுதியை ஒரே இழுப்பில் பிடித்துவிடலாம். இவ்வலையைக் கெண்டை வலை என்றும், கொண்டை வலை என்றும், இழுப்பு வலை என்றும் பல்வேறு பெயர்களில் குறிப்பர்.

டிரால் வலை. ஆழமான நன்னீர்ப் பரப்புகளில் விசைப்படகின் உதவியைக் கொண்டு இவ்வலை இழுக்கப்படுகிறது. பொதுவாகச் சிறிய நீர் நிலைகளில் இதனைப் பயன்படுத்த முடிவதில்லை. இவ்வலையை இழுக்கும் கயிறுகளின் நீளத்தைக் குறைத்தோ, அதிகரித்தோ, தரைமட்டம் அல்லது நடுமட்டம் அல்லது மேல்மட்டம் இவற்றில் இழுக்கும்படி அமைக்கலாம். இவ்வலையின் வாய் அகன்று நீள் சதுரமாய் இருக்கும். இவ்வலையின் வாய்களைப் பிளந்து வைத்திருக்க மரப்பலகைகள் பயன்படுகின்றன.

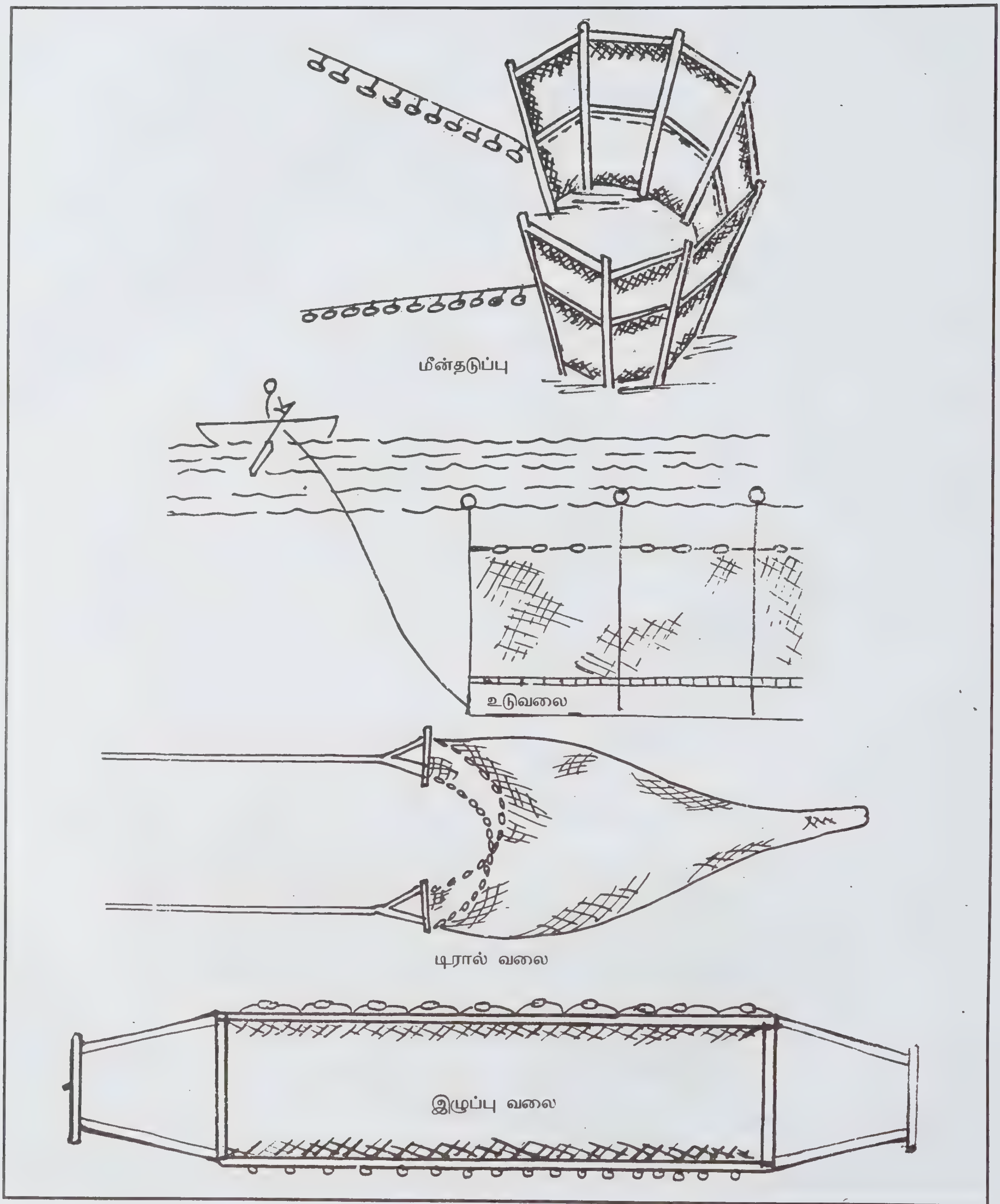
உடு வலை. இவ்வலை சுவர் போன்றிருக்கும். நீரின் நடுமட்டம் மற்றும் அடிமட்டங்களில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். வலையை நிலைநிறுத்த வலையின் மேல்கயிற்றில் மிதவைகளும் கீழ்க்கயிற்றில் ஈயம் அல்லது இரும்பினாலான உருளைகளும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவ்வலை நீரின் அடியில் பொருத்தப்பட்டுள்ளமையைப் பிறர் அறிந்து கொள்ளும்படி வலையின் இரு முனைகளிலும் வண்ணக் கொடிகளைக் கட்டியிருப்பர். நீரில் இவ்வலை அடித்துச்சென்றுவிடாதபடி இரு பக்கங்களிலும் நங்கூரம் பொருத்தியிருப்பர். குறிப்பிட்ட அளவு வளர்ச்சியுடைய மீன்களைப் பிடிக்கத் தகுந்த கண்ணிகளைப் பயன்படுத்துவர். இவ்வலையைப் பொதுவாக நீல நிற நைலான் இழைகளில் செய்திருப்பர். இதனால் வலை உள்ளமையை மீன்கள் எளிதில் கண்டுகொள்ள முடிவதில்லை. வேகமாக நீந்தி வரும் மீன்கள் தலையைக் கண்ணிகளுக்குள் செலுத்தும். அப்போது மீன்களின் முதுகுத் துடுப்பு தடுப்பதால் மீன்கள் பின்னோக்கி நகர முயலும். எனவே தலையைச் சுற்றி அழுத்தமாக இருக்கும் நூலிழைகள் செவுளுக்குள் சிக்கி மீன் தூக்கிலிட்டதுபோல் இறக்கும்.

வீச்சு வலை. இவ்வலையைத் தொன்றுதொட்டு மீனவர்கள் பயன்படுத்தி வருகின்றனர். ஆழமில்லாத நீரோட்டம் குறைந்த சமபரப்புடைய நீர் நிலைகளில் மட்டுமே இதைப் பயன்படுத்த இயலும். தனி மனிதராலும் இயக்கவியலும் இவ்வலையை வீசிக் குடை போன்ற அமைப்பை ஏற்படுத்தி நீரில் வேகமாக படியச் செய்கின்றனர். பின்னர் சுருக்குக் கண்ணி முறையில் வலைவாயினைப் பூட்டி மீன்களைச் சேகரிக்கின்றனர். இம்முறையில் மீன்களுக்குக் காயம் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு.

மின்விசை மீன்பிடிப்பு. இம்முறையில், மின்னாற்றலை நீரில் பாய்ச்சி மீன்களை மயக்கமுறச் செய்கின்றனர். பின்னர் மயங்கிய நிலையில் இருக்கும் மீன்களைக் கை வலையின் உதவியினால் சேகரிக்கின்றனர். உப்புத் தன்மை குறைந்த நீரில் குறைந்த அழுத்தமும், உப்புத் தன்மையுடைய நீரில் மிகுந்த அழுத்தமும் உடைய மின்சாரம் பாய்ச்சப்படுகிறது. நீரின் அடிமட்டத்திலும் கரையோர இடுக்குகளிலும் ஒளிந்து வாழும் விலாங்கு விரால் போன்ற மீன் இனங்களை மின்னாற்றலால், விட்டு விட்டுத் தாக்கி வெளியேற்ற வேண்டும். பின்னர் மயக்கமுற்ற மீன்களைச் சேகரிக்கலாம். டிரால் வலைகளை நீருக்கு அடியில் தரைமட்டத்தில் இழுக்கும்போது இரால், விரால் போன்றவை



படம் 1.



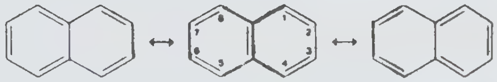
படம் 2.

சேற்றில் ஒளிந்துகொள்கின்றன. இதைத் தவிர்க்க வலையின் முன்னால் சிறிது தொலைவில் மின் சங்கிலிகளைப் பொருத்தியிருப்பர். இச்சங்கிலிகள் சேற்றுக்கு அடியில் நுழைந்து வரும்போது மின் விசையினால் அதிர்ச்சியுற்ற மீன்கள் சேற்றுக்கு மேல் குதிக்கும். அந்நேரத்தில் இழுப்பு வலைகள் கடந்துசெல்வதால் மீன், வலைகளில் சிக்கிக்கொள்ளும்.

- சாமுவேல் பால்ராஜ்

நாஃப்தலீன்

இது நிறமற்ற, படிக உருவுடைய அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன். இதன் வாய்பாடு $C_{10}H_8$. நாஃப்தலீன் அந்துருண்டை மணமுடையது. இதன் உருகுநிலை 80.1°C; கொதிநிலை 218°C. இது நீரில் மிகக் குறைவாகவும், ஏனைய கரிமக் கரைப்பான்களில் முழுதும் கரையக்கூடியது. இதன் அமைப்பை இரு பென்சீன் வளையங்கள் ஒன்றாகப் பிணைக்கப்பட்ட உருவாகக் (I அ) கருதி விளக்கலாம்.



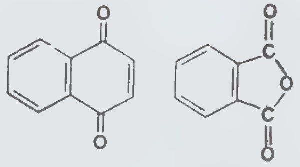
I ஆ I அ I இ

படம் 1.

நாஃப்தலீன் பெறுதிகளைப் பெயரிடும்போது படம் Iஅஇல் குறிப்பிட்டுள்ளவாறு எண்களைப் பயன்படுத்துவது வழக்கில் உள்ளது. குறிப்பாக டை, பாலி பதிலிடப்பட்ட சேர்மங்களுக்கு இப்பெயரிடும் முறை நன்கு பொருந்துகிறது. ஆனால் 1,2 ஆகிய இடங்களில் பதிலிடப்பட்ட சேர்மங்களை முறையே α, β என கிரேக்க எழுத்துகளால் குறிப்பிடும் முறை இன்றும் வழக்கில் உள்ளது.

தயாரித்தல். ஒரு காலன் கரித்தாரிலிருந்து ஏறத்தாழ ஒரு பவுண்ட் நாஃப்தலீன் C ஏறத்தாழ ஒரு லிட்டர் கரித்தாரிலிருந்து 120கி. கிடைக்கிறது. சில பெட்ரோலிய காய்ச்சி வடித்தல் கடைநிலைப் பொருள்களை நீராவிக் காய்ச்சி வடித்தலுக்கு உட்படுத்தியும் இதனைப் பெறலாம். பண்படா நாஃப்தலீன் குறைந்த அளவில் கந்தகத்தைக் கொண்டுள்ளது. இதனைப் பிரித்தெடுக்கப் பண்படா ஹைட்ரோகார்பனைச் சோடியம் உலோகத்தோடு சேர்த்துக் காய்ச்சி வடிக்க வேண்டும்.

வினைகள். நாஃப்தலீன் பென்சீனைவிடக் குறைந்த அரோமாட்டிக் பண்புடையது. ஏனெனில் இச்சேர்மத்தை எளிதில் ஆச்சிஜனேற்றம் செய்யலாம் அல்லது ஒடுக்கலாம். மேலும் இது சேர்க்கை வினையிலும் ஈடுபடுகிறது. நாஃப்தலீன் பென்சீனைவிட எளிதில் பதிலீட்டு வினைகளில் ஈடுபடுகிறது. கொதிக்கும் எத்தனாலில் இருக்கும் சோடியம் உலோகத்துடன் இது வினைப்படுவதால் 1,4 டைஹைட்ரோநாஃப்தலீன் உண்டாகிறது. ஆனால் கொதிக்கும் அமைல் ஆல்கஹாலில் இருக்கும் சோடியம் வினைப்பொருள் உடனிருக்க நிகழும் வினையில் 1, 2, 3, 4 டெட்ராஹைட்ரோ நாஃப்தலீன் (டெட்ராலின்) விளைகிறது. குரோமிக் அமிலத்தால் நாஃப்தலீன் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும்போது 1,4 நாஃப்தோகியூனோனும்(II), வனேடியம் பென்ட்டாக்சைடு வினைவேகமாற்றி உடனிருக்க ஆவி நிலையில் வினைநிகழும்போது தாலிக் நீரிலியும் III கிடைக்கின்றன. தாலிக் நீரிலி கிளப்ட்டால் ரெசின்கள் தயாரிப்பில் முக்கிய மூலப் பொருளாக உள்ளது.



படம் 2.

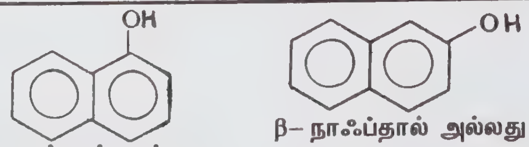
நாஃப்தலீனில் α நிலை, βநிலையைவிட வினைத்திறன் மிகுந்துள்ளது. நாஃப்தலீனை நைட்ரோ ஏற்றம் (nitration) செய்வதால் 1-நைட்ரோ நாஃப்தலீன் சேர்மமே மிகுதியாகக் கிடைக்கிறது. 2-நைட்ரோநாஃப்தலீன் மாற்றியம் கிடைப்பதில்லை. இதேபோல் வினைவேக மாற்றி உடனிருக்க ஹாலோஜனேற்றம் நிகழ்ந்தால் 1-ஹாலோநாஃப்தலீனே விளைகிறது. வினைவேகமாற்றி இல்லாமல் குளோரினேற்ற வினை சேர்க்கை முறையில் நடைபெற்று 1, 2, 3, 4-டெட்ராகுளோரோ - 1, 2, 3, 4 டெட்ராஹைட்ரோ நாஃப்தலீன் உண்டாகிறது. குறைந்த வெப்ப நிலைகளில் அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தால் சல்ஃபோனேற்றம் (sulphonation) நிகழும்போது நாஃப்தலீன் 1 சல்ஃபோனிக் அமிலம் ($C_{10}H_7.SO_3H$) கிடைக்கிறது. நாஃப்தலீன் எளிதில் ஃப்ரீடல் கிராஃப்ட்ஸ் வினையில் ஈடுபடுகிறது. இவ்வினையால், 1,2, பதிலிடப்பட்ட நாஃப்தலீன்கள் விளைகின்றன.

பிணைப்பு அமைப்பு. உண்மையில் நாஃப்தலீனின் அமைப்பு 42 உடனிசைவு அமைப்புகளின் கலவையே ஆகும். இவற்றுள் உடனிசைவு அமைப்புகள் Iஅ, Iஆ, Iஇ ஆகியன இதன் உண்மையான அமைப்பைத் தெரிவிக்கும் முக்கிய வடிவங்களாகும். நாஃப்தலீன் அமைப்பைக் குறிக்க எர்லன் மேயர் வாய்பாடு (Iஅ) பொதுவாகப் பயன்படுகிறது. ஏனெனில் இது எந்தெந்தப் பிணைப்புகள் இரட்டைப் பிணைப்புத் தன்மையைக் காட்டுகின்றன என்பதைத் தெளிவாக விளக்குகிறது.

பயன்கள். நாஃப்தலீன் உற்பத்தியில் பெரும்பகுதி தாலிக் நீரிலி தயாரிப்பில் பயனாகிறது. பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்த உதவும் அந்துருண்டைத் தயாரிப்பிலும் நாஃப்தலீன் பயன்படுகிறது. மேலும் சாயப் பொருள்கள் தயாரிப்பிலும், தோல் பதனிடல் பொருள்கள் தயாரிப்பிலும் நாஃப்தலீன் சேர்மங்கள் உதவுகின்றன.

- த. தெய்வீகன்

நாஃப்தால்கள். ஒற்றை ஹைட்ராக்சி தொகுதி கொண்ட நாஃப்தலீனின் பெறுதிகள் நாஃப்தால்கள் (napthols) எனப்படும். இவை நாஃப்தலீன் மூலக்கூறில்



α,–நாஃப்தால் அல்லது 1. நாஃப்தால்

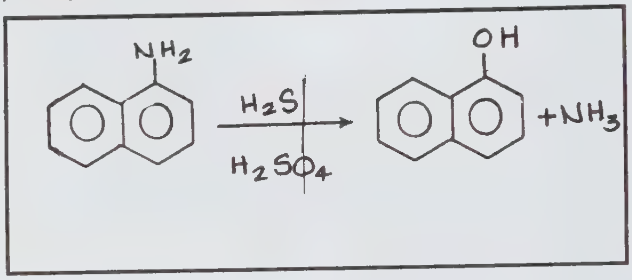
β– நாஃப்தால் அல்லது 2. நாஃப்தால்

ஹைட்ராக்சி தொகுதி அமைந்திருக்கும் இடத்தைக் கொண்டு α அல்லது β நாஃப்தால் எனப்படும்.

தயாரிப்பு. நாஃப்தால், பொதுவாக நாஃப்தலீன் சல்ஃபோனிக் அமிலத்தின் சோடியம் உப்பையும் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடையும் சேர்த்து உருக்குவதன் மூலம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$C_{10}H_7S0_3Na + NaOH_3 \longrightarrow C_{10}H_7oH^+ Na_2So_3$$

1 - நாஃப்தைல் அமீனையும், நீர்த்த கந்தக அமிலத்தையும் 290°C வெப்ப நிலையில் சூடாக்குவதன் மூலம் தூய α–நாஃப்தால் தயாரிக்கப்படுகிறது.



α–நாஃப்தைல் அமீனை டைஅசோ ஆக்கம் செய்து கிடைக்கும் விளைபொருளை நீராற்பகுத்தாலும் α–நாஃப்தால் கிடைக்கிறது.

பண்புகள். இவை ஓரளவு ஃபீனால் மணமுள்ள நிறமற்ற படிகங்கள் ஆகும். (உருகு நிலை α= 95°C, β=122°C, இவை நீரில் மிதமாகக் கரையக்கூடியவை. காரங்களில் எளிதாகக் கரைந்து நாஃப்தாக்சைடுகளை உருவாக்குகின்றன. (எ.டு: சோடியம் நாஃப்தாக்சைடு).

நாஃப்தால்கள், பீனால்களின் வேதிப் பண்புகளைக் கொண்டிருப்பினும் அவற்றின் ஹைட்ராக்சி தொகுதிகள் ஃபீனால்களைவிட எளிதில் நீக்கப்படக்கூடியவை. β–நாஃப்தால், α– நாப்ஃதாலைவிட வினைத்திறன் மிகுந்தது.

முக்கிய வினைகள். α– நாஃப்தால், ஃபெரிக் குளோரைடுடன் வினைபுரிந்து ஊதாநிற வீழ்படிவினைத் தருகிறது. ஆனால், β–நாஃப்தால் பச்சைநிற வீழ் படிவைத் தருகிறது.

நாஃப்தால்கள் நீர்த்த அம்மோனியா, அம்மோனியம் சல்ஃபேட் கலவை அல்லது அம்மோனியா, துத்தநாக குளோரைடு கலவை ஆகியவற்றுடன் வினைபுரிந்து நாஃப்தைல் அமீனை உண்டாக்குகின்றன.

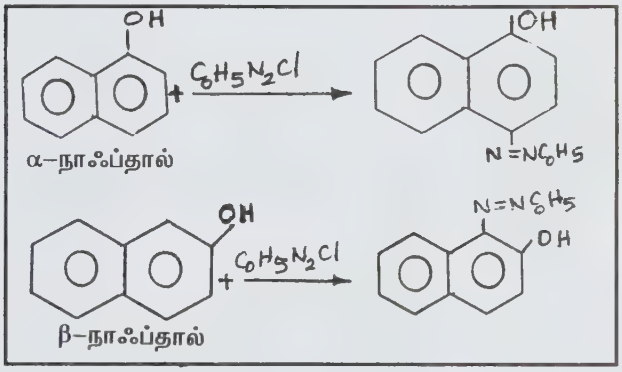
$$C_{10}H_7OH + NH_3 \xrightarrow{(NH_3)_2SO_3} C_{10}H_7NH_2 + H_2O$$

நாஃப்தால்கள், அடர் கந்தக அமிலத்தின் முன்னிலையில் ஆல்கஹாலுடன் வினைபுரிந்து ஈதர்களைத் தருகின்றன.

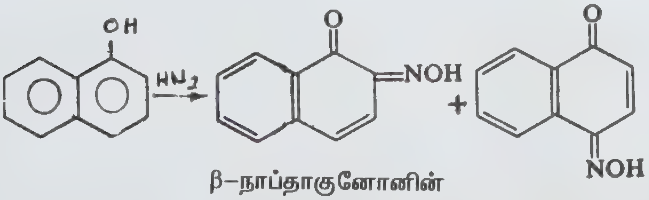
$$C_{10}H_7OH \xrightarrow{\text{அடர் கந்தக அமிலம்}} C_{10}H_7OC_2H_5$$

β–நாஃப்தால் β–நாஃப்தைல் எத்தில் ஈதர்

நாஃப்தால்கள் டைஅசோ உப்புகளுடன் இணைகின்றன. இணைதல் α–நாஃப்தாலில் 4-ஆம் இடத்திலும் β–நாஃப்தாலில் 1 அல்லது 3ஆம் இடத்திலும் நிகழும். இவ்விடங்களில் வேறு தொகுதிகள் இடம்பெற்றிருப்பின் இணைதல் வினை நடைபெறாது.



1-நாஃப்தால் நைட்ரஸ் அமிலத்துடன் வினைபுரிந்து பெருமளவில் β–நாஃப்தா குனோனின் 2 -ஆக்சைமையும், சிறிதளவு α–நாப்தா குனோனின் 4-ஆக்சைமையும் தருகிறது. 2-நாஃப்தால் வினையுற்று β–நாஃப்தாகுனோனின் 1-ஆக்சைமைத் தருகிறது.



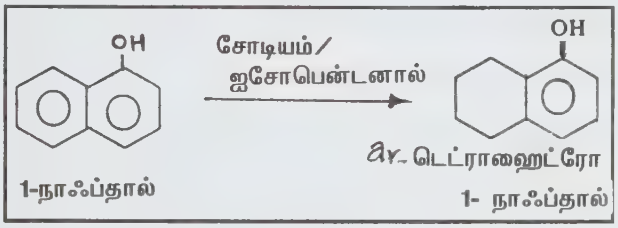
α–நாஃப்தால் β–நாப்தாகுனோனின் -2- ஆக்சைம் α–நாப்தாகுனோனின் -4- ஆக்சைம்

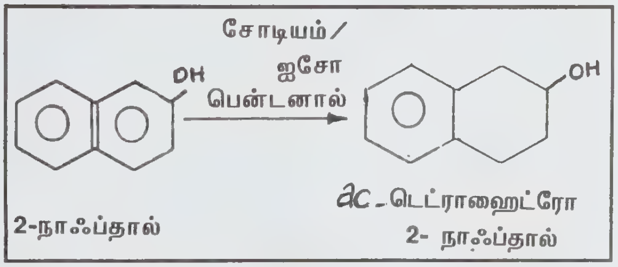
α–நாஃப்தால் நேரடி சல்ஃபோனேற்றம் அடையும்போது 1-நாஃப்தால், -2- சல்ஃபோனிக் அமிலத்தையும், 1- நாஃப்தால் -4- சல்ஃபோனிக் அமிலத்தையும் தரும்.

β–நாஃப்தால் முதலில் நிலையற்ற 2- நாஃப்தால், 1 -சல்ஃபோனிக் அமிலத்தைக் கொடுக்கிறது. அது 2-நாஃப்தால் -8- சல்ஃபோனிக் அமிலமாக எளிதில் அமைப்பு மாற்றம் அடைகிறது.

சோடியமும், ஐசோபென்டனாலும் கொண்டு α–நாஃப்தாலை ஆக்சிஜன் ஒடுக்கம் செய்யும்போது ar-டெட்ரா ஹைட்ரோ -1- நாஃப்தால் கிடைக்கும். β–நாஃப்தால் பெருமளவில் ac- டெட்ரோ ஹைட்ரோ -2- நாஃப்தாலைத் தருகிறது.

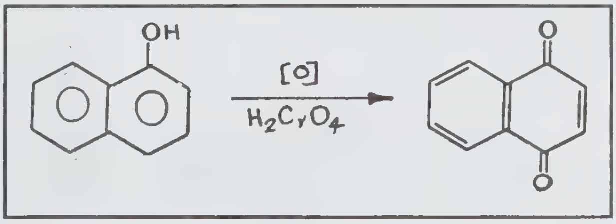
β-நாஃப்தால் பெருமளவில் ac-டெட்ரோஹைட்ரோ நாஃப்தாலைக் கொடுக்கிறது.





ஆக்சிஜனேற்றம். α, β– நாஃப்தால்கள் அம்மோனியா கலந்த வெள்ளி நைட்ரேட்டை ஒடுக்குகின்றன. இரண்டும் காரக் கரைசலில் அமைந்த பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டால் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து தாலோனிக் அமிலமாகும்.

குரோமிக் அமிலத்தின் மூலம் α–நாஃப்தால் சேர்மம் α–நாஃப்தாகுனோனாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது.



பயன்கள். நாஃப்தால்களின் அமினோ மற்றும் சல்ஃபோனிக் அமிலத்தின் பெறுதிகள் சாயங்கள் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுகின்றன.

β–நாஃப்தால், மருத்துவத்தில் குடல் நுண்ணுயிர்க்கொல்லியாகப் பயன்படுகிறது. இதன் பெறுதிகளாகப் பென்சோவேட்டும், சாலிசிசேட்டும் மருந்துத் தயாரிப்பில் பயனாகின்றன. நாஃப்தால்களின் மெத்தில், எத்தில் ஈதர்கள் மணத் திரவியங்கள் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுகின்றன.

- க. சிவசாமி
- க. சித்ரா

நாக்கீழ் நரம்பு

நாக்கிலுள்ள தசைகளை இயக்கும் இந்நரம்பிற்கு நாக்கின் உணர்ச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தும் தன்மை இல்லை. இது பன்னிரண்டாம் தலை நரம்பு என்றும் குறிக்கப்படும். நாக்கீழ் நரம்பு (hypoglossal nerve) முகுளத்தில் கீழ்ஆலிவர் மற்றும் நாக்கீழ்த் துளை வழியாக வெளிவரும் இந்நரம்பு அடிக்கடி கபால எலும்பு முறிவால் பாதிக்காதவாறு இத்துளை ஒரு மேட்டுப்பகுதியால் பாதுகாக்கப்படுகிறது. ஜினியோகிளாஸல் தசை நாக்கை வாயின் வெளியே நீட்டவும் நாக்கின் வேர்ப்பகுதியில் உள்ள ஸ்டைலோகிளாசிஸ் தசை நாக்கை உள்ளே இழுக்கவும், மேற்புறம் குவியவும் உதவும் இவ்விருதசைகளும் நாக்கின் நரம்பின் கட்டுப்பாட்டில் உள்ளன. இந்நரம்பு பாதிக்கப்பட்டால், நாக்கு மடிந்தும் சுருங்கியும் காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட பகுதியில் துடிப்பும் நடுக்கமும் உண்டாவதைக் காணலாம். நாக்கை வெளியில் நீட்டும்போது நாக்கு பாதிக்கப்பட்ட பக்கமே வளைந்திருக்கும்.

இந்நரம்பு கீழ்த்தாடையின் கீழ்க்கழுத்தில் செய்யப்படும் அறுவையில் பாதிக்கப்பட வாய்ப்புண்டு. மேலும் முகுளத்தில் வரும் நோய்க்கட்டிகளாலும் பின்கபால எலும்பு மற்றும் வன்றாயி அழற்சியாலும் இளம்பிள்ளைவாதம் போன்ற நோய்களாலும் தாக்கப்படலாம்.

- மா. ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

நாக்கு

தட்டையான நீண்ட தசையினால் ஆன அசையக்கூடிய நாக்கு, தொண்டைப் பகுதியிலிருந்து வாய்ப் பகுதி வரை நீண்டு காணப்படும். நாக்கு மேல், கீழ்ப் பக்கங்களுடன் பக்கவாட்டில் இரு விளிம்புகள், முனைப்பகுதி, வேர்ப்பகுதி ஆகியவற்றைக் கொண்டது. வேர்ப்பகுதி ஹாயய்டு என்புடனும், கீழ்த்தாடை என்புடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. முனையும் பக்க விளிம்புகளும் பற்களுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளன.

நாக்கின் மேற்புறத்தை முன் 2/3 பகுதி, பின் 1/3 பகுதி எனச் சீக்கம்துளை (foramen caecum) பிரிக்கிறது. 'V' வடிவுடைய பள்ளம் இறுதிவரை (Sulcusterminalis) காணப்படும். முன் 2/3 பகுதியிலுள்ள சளிப்படலம் சொரசொரப்பாகக் காணப்படுவதற்கு காரணம், சிறு சிறு மொட்டுப் போன்ற (papillae) அமைப்பே ஆகும். இது இழைநுண் காம்புகள் (filiform papillae) பூசணக் காளான் வடிவுடைய பாப்பில்லா, சர்கம்வாலேட் அல்லது வட்ட வடிவுடைய குழிந்த பாப்பில்லா என மூவகைப்படும். இறுதியில் 8-12 சர்மம்வாலேட் மொட்டுகள் காணப்படும். சுவையறியும் உணர்ச்சி மொட்டுகள் பூசனக்காளான் வடிவுடைய மொட்டு மற்றும் சர்கம்வாலேட் மொட்டு அமைப்புகளில் காணப்படும். பின் 1/3 பகுதி சளிப்படலம் வழவழப்பாகக் காணப்படுவதுடன் அடியில் நிணநீர்த் திசுக்கள் காணப்படுவதால் இதனை அடிநா (tonsil) என்பர். இப்பகுதியில் சளிப்படலம், நடுவில் மற்றும் 2 பக்க மடிப்புகளுடன் (medial, lateral glosso epiglottic fold) வெளிநாக்கு எபிகிளாட்டிஸ் மடிப்பு, எபிகிளாட்டிஸ் வரை நீண்டு காணப்படும்.

நாக்கின் அடிப்புறம் சளிப்படலம் வழவழப்பாக இருப்பதுடன் நடுவில் ஒரு மடிப்புடனும் காணப்படும். இது நாக்கின் தாங்கி (frenulum of tongue) எனப்படும். இதற்கு இருபுறமும் நாவடிப் பெருஞ்சிரைகள் செல்லும். அதனை அடுத்து ரம்பம் போன்ற சளிப்படல மடிப்புக் காணப்படும்.

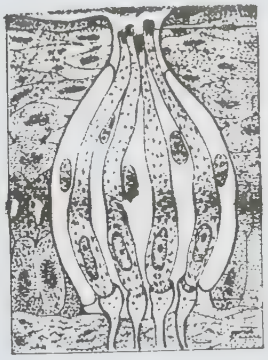
நாக்கில் உள்ள தசைகளை, அகத்தசை, புறத்தசை என இரு வகைப்படுத்தலாம். அகத்தசைகளைப் புற நீள்தசை, அகநீள்தசை, குறுக்குத்தசை, நேர்தசை எனப் பகுக்கலாம். இவை ஹைபோகிளாசல் நரம்பின் கட்டுப்பாட்டில் உள்ளன. புறத்தசைகள், ஜினியோகிளாசஸ், ஹைபோகிளாசஸ், ஸ்டைலோ கிளாசஸ், பாலட்டாகிளாசஸ் எனப்படும். இவற்றில் பாலட்டோகிளாசஸ் மட்டும் 11ஆம் தலை நரம்பின் கட்டுப்பாட்டில் உள்ளது.

நிணநீர் ஓட்டம். நாக்கின் நிணநீர் வடிகால், நாக்கின் நுனி, அடிப்புறம் விளிம்பு மற்றும் நடுப்பகுதி எனப் பிரித்து கழுத்தில் உள்ள அக மற்றும் புற சர்வைகள் கணுக்களுக்கும் கீழ்த்தாடை அடியுள்ள கணுவிற்கும் செல்லும்.

- மா. ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

நாக்கின் மேல் பகுதி.

பாப்பில்லா க்கள்



மொட்டு

நாக்கு (கால்நடை)

உயிரினங்கள் அனைத்திற்கும் வாய் இன்றியமையாதது. வாயிலுள்ள நாக்கு வளையும் தன்மையுடைய மெல்லிய தசைநார்களால் ஆனது. நாக்கில் மெல்லிய குருதிக் குழாய்களும், நரம்புகளும் உள்ளன. நாக்கு முழுவதும் நுணுக்கமான மெல்லிய சவ்வால் மூடப்பட்டிருக்கும்.

அனைத்துக் கால்நடைகளிலும் உள்ள நாக்கு மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டது. அவை முன்பகுதி (நுனி நாக்கு), நடுப்பகுதி (உடம்பு), பின்பகுதி (வேர்) என்பன.

நாக்கின் முன்பகுதியிலோ நடுப்பகுதியிலோ எலும்புகள் இரா. ஆனால் பின்பகுதியில் ஹையாட் என்னும் எலும்பு உள்ளது. எனவே, கால்நடைகள் உணவு உட்கொள்ளும்போது நாக்கைத் தேவைக்கேற்ப அசைக்க முடிகிறது.

நாக்கின் மேற்புறத்தில் காணப்படும் நுண்காம்பு உறுப்புகள் (papillae) முள்போன்று நிமிர்ந்திருக்கும். நுண்காம்பு நால்வகைப்படும்.

பைனபார்ம் நுண்காம்புகள். நுனி நாக்கிலும், நாக்கின் உடம்புப் பகுதியிலும் மெல்லியதாக நீண்டு இருக்கும்.

பங்கிபார்ம் நுண்காம்புகள். நாக்கில் நடுப்பகுதியில் பக்கவாட்டில் காளான் போன்று இருக்கும்.

லேலேட் நுண்காம்புகள். நாக்கின் மேற்புற பகுதியில் வட்டமாக இருக்கும். மாடுகளில் 20-30 இருக்கும்.`

போலியோட் நுண்காம்புகள். மாடுகளில் இல்லை. சுவையை உணரக்கூடிய சுவை மொட்டுக்கள் பைனிபார்ம் நுண்காம்புகளைத் தவிர மற்ற மூன்று மொட்டுகளே உண்டு.

பயன்கள். தீவனம் உட்கொள்வதற்கும், தீவனத்தை வளைத்துப் பற்களிடையே வைப்பதற்கும், தீவனச் சுவையை உணரவும், பற்களால் அரைத்த உணவை உருண்டையாக்குவதற்கும் நாக்கு பயன்படுகிறது. குரல் கொடுப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. பிறந்த குட்டிகளின் மேலுள்ள ஈரத்தை நக்கி, பிறந்த குட்டியின் உடலில் வெப்பம் உண்டாக்கவும் நாக்கு பயன்படுகிறது. உடம்பில் ஏற்பட்ட காயங்களை நாக்கால் நக்கித் தூய்மையாக வைத்திருக்கவும் பயன்படுகிறது.

அமைப்பு. ஒவ்வொரு வகைக் கால்நடைக்கும் நாக்கு வேறுபட்டிருக்கும். குதிரைகளில் நீளமாகவும் நுனி நாக்கு மொட்டையாகவும், நன்கு அசையும் தன்மையுடனும் இருக்கும். மாடுகளில் நுனி நாக்கு குட்டையாகவும், மிகவும் கூர்மையாகவோ கூம்பு வடிவிலோ இருக்கும். நன்கு அசையக்கூடிய தன்மை இதற்குக் கிடையாது. மேல்பகுதி உயர்ந்திருக்கும். உணவை உருண்டையாக்க இந்த மேல் பகுதியே பயன்படுகிறது. ஆடுகளுக்குக் குதிரையின் நாக்கு போன்றிருக்கும். மேல்பகுதி சிறிது உயர்ந்திருக்கும். பன்றியின் தலையின் அமைப்புக்கும், வாய் நீளத்திற்கும் ஏற்றவாறு நீண்டோ குட்டையாகவோ இருக்கும். நாய்களுக்கு நாக்கு நீண்டு மெதுவாக அசையும் தன்மையுடன் இருக்கும். நாய்கள் இளைப்பாறிக் கொண்டு இருக்கும்போது நாக்கு வாயிலிருந்து மிகவும் நீண்டு தொங்கிக் கொண்டிருக்கும்.

நலமான கால்நடைகளின் நாக்கு பளபளப்பாக இளஞ் சிவப்பு நிறத்திலிருக்கும். குதிரை, ஆடு, பன்றி நாய்களில் மென்மையாகவும், ஈரப்பசையுடனும் இருக்கும். பூனை மற்றும் மாடுகளில் சொரசொரப்பாகவும், கடினமாகவும், ஈரமாகவும் இருக்கும். ஒரு சில இன நாய்களில் நாக்கு கறுப்பாகவோ, நீல நிறமாகவோ இருக்கும்.

நாக்கு தொட்டவுடன் உள்ளிழுத்துக் கொள்ளும் தன்மையுடன் இருக்க வேண்டும். கால்நடைகள் ஓய்வில் இருக்கும்போது கீழ்த்தாடையில் உள்ள பற்களின் உட்புறம் தொட்டுக் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

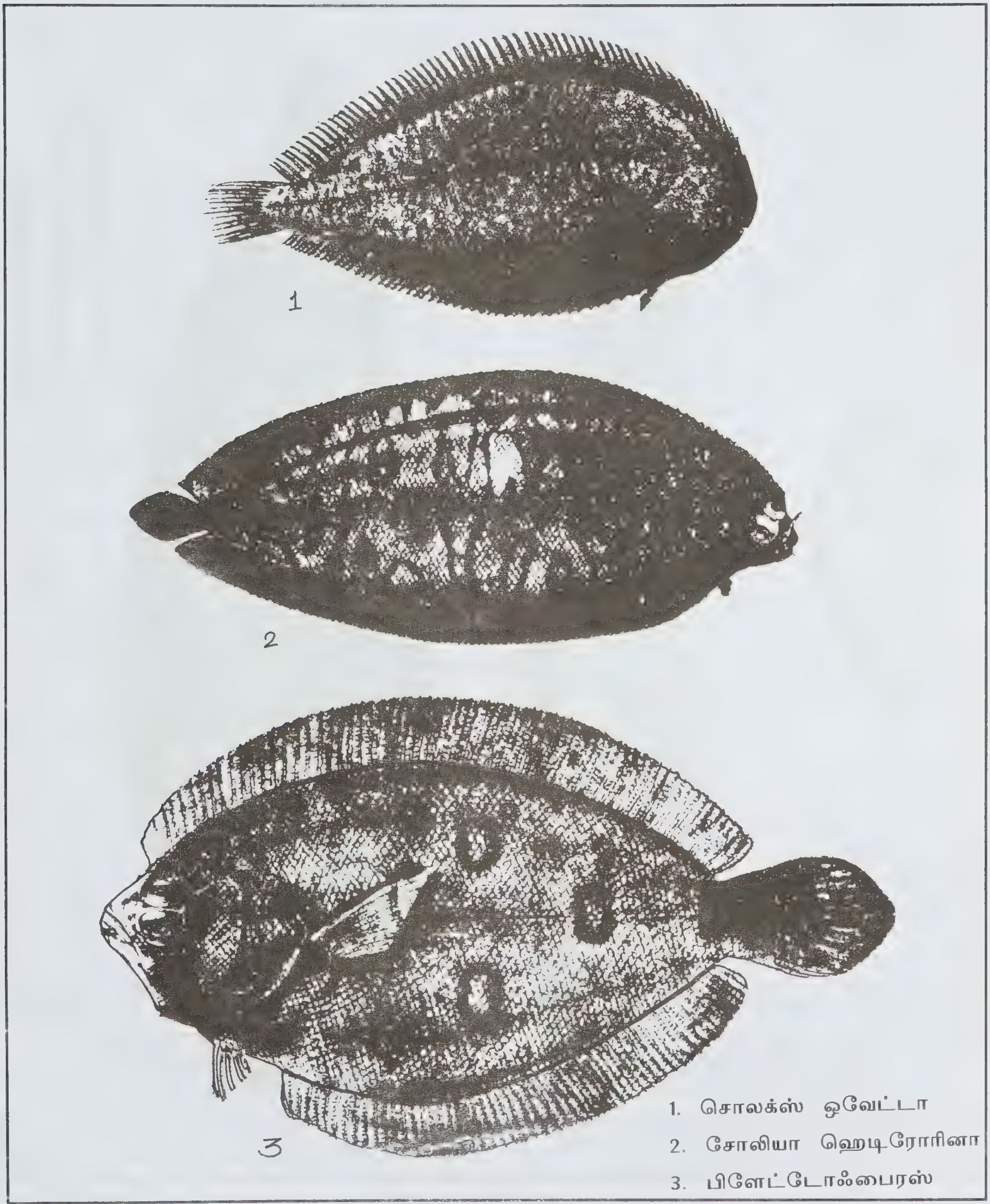
நாக்கினால் அறியும் நோய்கள். நாக்கில் வீக்கமாகவோ, பள்ளமாகவோ புண்கள் இருந்தால் ஆக்டினோமைக்கோசிஸ் நோய் என அறியலாம். சோப்புநீரைப் போன்று வெளுப்பாக, துர்நாற்றத்துடன் இருந்தால் செரிமானமின்மையையும், நாக்கு அதிக சிவப்பு அல்லது துத்தநாக நிறத்தில் இருந்தால் கடுமையான வயிற்றுப்புண்ணையும், மாடுகளின் நாக்கில் கொப்புளங்கள் இருந்தால் வாய் மற்றும் கால்கரணை நோயையும் குறிக்கும்.

குண்டூசி, ஆணி, மெல்லிய கம்பி அல்லது எலும்புத் துண்டுகள் நாக்கில் குத்தியிருந்தால், கால்நடைகள் நாக்கை அசைக்க முடியாமல் உமிழ்நீரை மிகுதியாகச் சுரந்து, உணவை உட்கொள்ள முடியாமல் இருக்கும்.

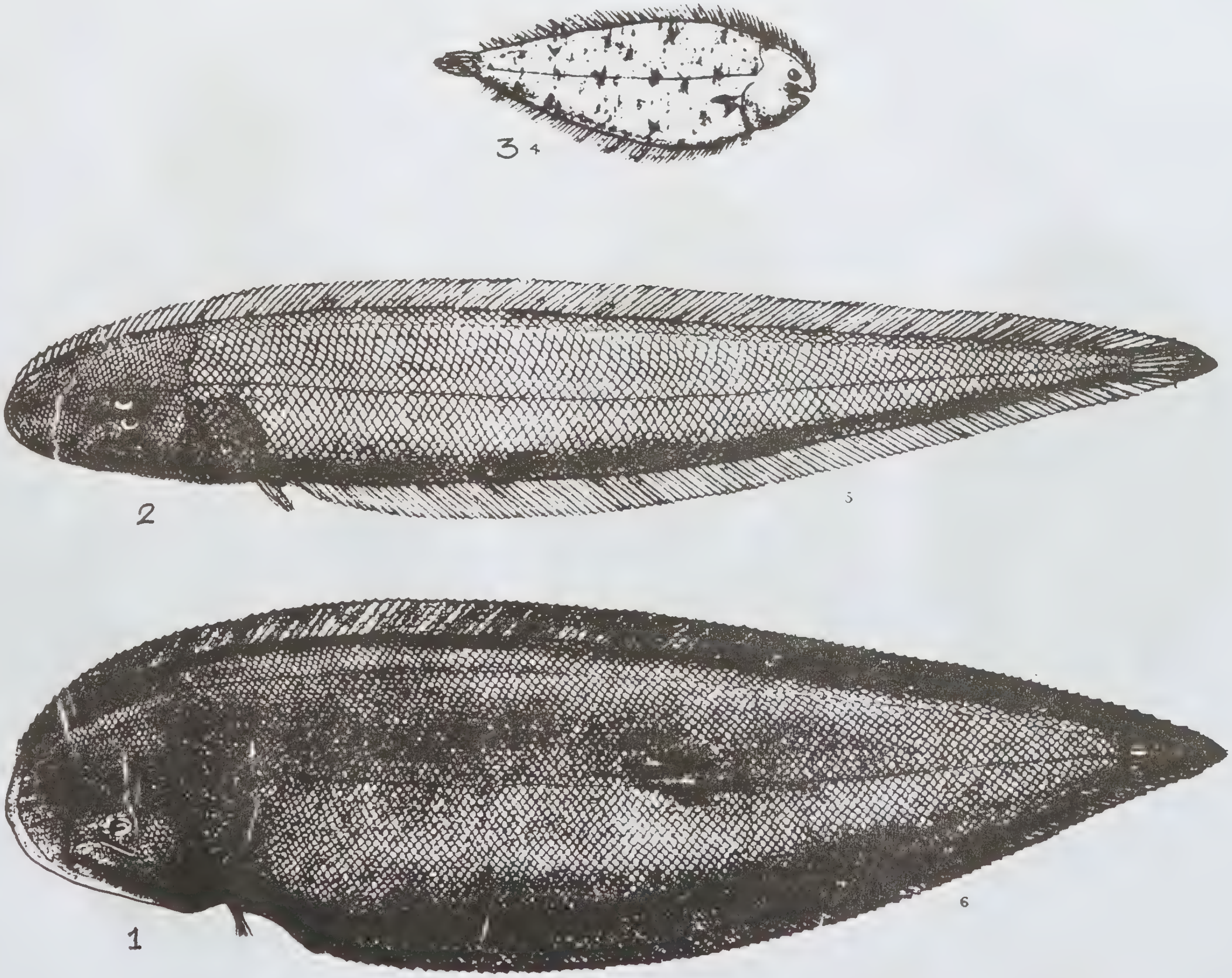
- *டி. நாராயணசாமி*

நாக்கு மீன்

இது நாக்கு போல் நீண்டு, தட்டையாகக் காணப்படுவதால், நாக்கு மீன் எனப்படுகிறது. நாக்கு மீனுக்கு அதம் என்னும் பெயரும் உண்டு. கடலின் அடி மட்டத்தில் வாழும் இம்மீன் புலாலுண்ணியாகும். நீரின் அடி மட்டத் தரையினுள் பதிந்திருந்து அருகே



படம். 1 நாக்கு மீன்கள்



நாக்கு மீன்கள்

1. சோலியா எலாங்கேட்டா
2. சைனோகிளாசஸ் எலாங்கேட்டஸ்
3. சை. சிந்தென்சிஸ்

வரும் தன்னிலும் வலிமை குறைந்த உணவினங்களைப் பாய்ந்து பிடித்து உண்கிறது. நிறத்தைச் சுற்றுப்புறத்திற்கேற்ப மாற்றிக்கொள்ளும் இம்மீனின் தன்மை, இரை தேடவும், இரையாகி விடாமல் இருக்கவும் இரு வழிகளில் பயன்படுவது குறிப்பிடத்தக்கது.

நாக்கு மீனின் - வலம் இடம் ஆகிய பக்கங்களுக்கு ஒன்றாகக் கண்கள் அமைந்துள்ளன. முதிர்ந்த மீனில் இரு கண்களும் மேற்புறத்தில் காணப்படுகின்றன. கண்கள் இளவுயிரின் வளர்ச்சிக் காலத்தில் உள்ளவாறு பக்கத்துக்கு ஒன்றாக இருக்குமானால், இதன் பதுங்கி வாழும் வாழ்க்கை முறைக்கே அவை இடையூறாக அமைந்துவிடக்கூடும். இதனால் தரையோடு தரையாக ஊர்ந்து செல்லல், தரையிலும் பதிந்து பதுங்கிக் கொள்ளல் போன்ற முறைகளைக் கையாள முடியாமல் போகலாம். அடிப்பக்கமிருக்கும் கண்கள் சேதமடைந்தும் விடலாம். இவற்றாலேயே, இரு கண்களும் மேற்பக்கத்தில் காணப்படுகின்றன. மேலும் இதன் கண்கள் இளமை வளர்ச்சிப் பருவங்களில் நகர்ந்து, இடம் மாறி அமைவது குறிப்பிடத்தக்கது. சில மீன்கள் கடலடியில் ஓரமாகச் சாய்ந்து படுத்து ஓய்வெடுக்கக்கூடியவை. இப்பழக்கமே நாக்கு மீன்களுக்கு நிலைத்துவிட்டமையால் தொடக்கத்தில் ஒரு பகுதியில் இருந்து இடம் மாறும் கண் மெல்ல நகர்ந்து மறு கண்ணுள்ள பக்கத்துக்குச் சென்றுவிட்டதெனக் கூறுவர். இக்கருத்துக்குச் சான்றாக இவற்றின் இளவுயிரிகளில் கண்கள் பக்கத்துக்கொன்றாக உள்ளமையைக் குறிப்பிடலாம். ஒரு பக்கத்திலுள்ள கண் மறு பக்கத்துக்குச் செல்லும்போது, மூளை, தலை, எலும்பு, நரம்பு, உடல் ஆகியவற்றில் பலமாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. இதனால் இம்மீனை இரு கூறாக்கும்போது சமமான இரு பாதிகள் கிடைப்பதில்லை. நாக்கு மீனின் மேற்பகுதி இருண்ட நிறம் பெற்றும், அடிப்பகுதி நிறமற்றும் இருக்கும். இம்மீனுக்குக் காற்றுப்பை இல்லை.

நாக்கு மீன் மிதவெப்ப நாடுகளின் அண்மைக் கடலோரப் பகுதிகளிலும், கடலின் ஆழப்பகுதிகளிலும், பவளப்பாறைகளிலும், கழிமுகங்களிலும், ஆற்றோரங்களிலும் பரவியுள்ளது. மணத்தாலும், சுவையாலும் பெயர் பெற்றுப் பல நாட்டினரால் பெரிதும் விரும்பப்படுகிறது. பெருமளவு இனமீன்கள் அளவில் சிறியவையாயினும், ஹேலிபட் இனத்தவை 3மீ. நீளம் வரை வளரக்கூடியவை.

நாக்கு மீன் இந்தியக் கடற்கரையில் சீட்ரோடஸ், போசிலோப் செப்டா, போதஸ், சூடோராம்பஸ், சோலியா, சேனோகிளாஸஸ் போன்ற பலவகை இனங்களில் கிடைக்கிறது. கிழக்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளைவிட மேற்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளில் நாக்குமீன் மிகுதி. தென்மேற்குப் பருவமழை முடிந்ததும் கர்நாடகா மற்றும் கேரளக் கடற்கரைப் பகுதிகளில் ஏறக்குறைய 3 மாதகாலம் மலபார்சோல் என்னும் சைனோகிளாஸஸ் நாக்குமீன் பெருமளவு கிடைக்கிறது. ஏறத்தாழ 60 செ.மீ. நீளம் வரை வளர வல்ல சீட்ரோடஸ் எருமை மீன் விலை மிகுந்தது. உணவுக்கும், ஏற்றுமதிக்கும் ஏற்ற மற்ற மீன்கள் சைனோகிளாஸஸ் ஆரல், சை.டூபியஸ், சை.பங்டிசெப்ஸ், சூடோராம்பஸ் இனங்கள் மற்றும் சினப்டுரா இனங்கள் ஆகும். மேற்குக் கடற்கரையில் பிடிக்கப்படும் பெரும்பான்மையான நாக்குமீன்கள் வெயிலில் உலர்த்தப்பட்டுப் பதப்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால் சேமிக்க முடியாமை காரணமாக அவை உரமாக மாற்றப்படுகின்றன. வெயிலில் உலர்த்தப்பட்ட மீன்களை ஆண்டு முழுதும் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். நாக்குமீன் கணுக்காலி, மெல்லுடலி, பலகால் பூச்சி இவற்றை உண்கிறது. எந்த உணவும் கிடைக்காத நிலையில் தன்னினத்தையே உண்டு உயிர்வாழும் பண்பு இம்மீனுக்குண்டு. சில வேளைகளில் நாக்கு மீன் சற்று நேரம் நீரின் மேற்பரப்புக்கு வருவதைத் தவிர, பெரும்பாலும் சேற்றில் பதிந்தே காணப்படுகின்றது. இதனால் இது உட்கொண்ட உணவால் பெற்ற ஆற்றல் வீணாகாமல் அதன் உடலிலேயே சேர்த்து வைக்கப்படுகிறது.

நாக்கு மீன்கள் தக்க வளர்ச்சி பெற்று முதிர்ச்சியடைந்ததும், இனப்பெருக்கக் காலங்களில் இனப்பெருக்கப் பகுதிகளில் ஒன்று சேர்கின்றன பொதுவாக இப்பகுதிகளில் ஓர் ஆண்மீனுக்கு 2-4 பெண் மீன்கள் என்னும் அளவில் இவை கூடுகின்றன. இனப்பெருக்கப் பகுதிகளில் ஆண், பெண் நாக்கு மீன்கள் சினைப்பாலைச் சிந்துவதாலும், முட்டைகளை வெளியேற்றுவதாலும் கருவுறுதல் ஏற்படுகிறது. ஒவ்வொரு பெண்மீனும் 5-13 லட்சம் முட்டைகளிடும். முட்டைகள் மிதக்கும் தன்மையுடையவையாதலால் மீன்கள் அடி மட்டத்திலிருந்தாலும், இவை நீரின் மேல் மட்டத்திற்கு வந்து வளரத் தொடங்குகின்றன. இவற்றின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான மிதவை நுண்ணுயிரிகள் நீரின் மேற்பரப்பிலேயே அகப்படுகின்றன. இளவுயிரிகள் வளர்ச்சி பெறும்வரை கடலின் பல்வகை நீரோட்டங்களாலும் பாதிக்கப்படுகின்றன. எனவே

ஒவ்வொரு பெண்மீனும் இனப் பாதுகாப்புக்காகப் பெருமளவில் முட்டைகளிடுகிறது.

- பி. கோபாலகிருட்டிணன்

நாக்குளிஞ்சான்

இதற்குக் காட்டுக்கொய்யா, முட்கொண்டை என்னும் பெயர்களும் உண்டு. கேப்பாரிடேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இச்சிறு மரத்தின் தாவரப்பெயர் கெப்பாரிஸ் கிராண்டிஸ் ***(Capparis grandis)*** ஆகும். இதற்குக் கெ.பைஸ்பெர்மா ***(C.bisperma)*** என்னும் பெயருமுண்டு. தென்னிந்தியா, மியான்மர், இலங்கை ஆகிய நாடுகளில் 500-800 மீ. உயர மலைகளில் இதைக் காணலாம்.

அமைப்பு. இம்மரம் 10 மீ. உயரமுடையது. இதன் மெல்லிய இலைகள் முட்டை அல்லது தலைகீழ் முட்டை வடிவானவை. இலையோரம் முழுமையானது. நுனி கூரானது. இலைக்காம்பின் நீளம் 1 செ.மீ; கிளை நுனிகளில் உண்டாகியிருக்கும். பக்கங்கள் 2.5செ.மீ. குறுக்களவுடையவை. மஞ்சரி கோரிம்ப் வகையாகும். மஞ்சரித் தண்டின் நீளம் 2.5 செ.மீ. நான்கு புல்லி இதழ்களில் வெளிப்பகுதியிலுள்ள இரண்டும் வட்டமானவை. உள்ளிரண்டு புல்லி இதழ்களும் நீள் சதுரமானவை. மகரந்தத்தாள்கள் 45-50. மகரந்தக் கம்பியின் நீளம் 3.5மி.மீ. மகரந்தப்பைகள் 2.5 மி.மீ. அளவானவை. சூலகத்தாங்கி 3.5 செ.மீ அளவானது. சூல்பை 2 மி.மீ. அளவில் முட்டை போன்றது.

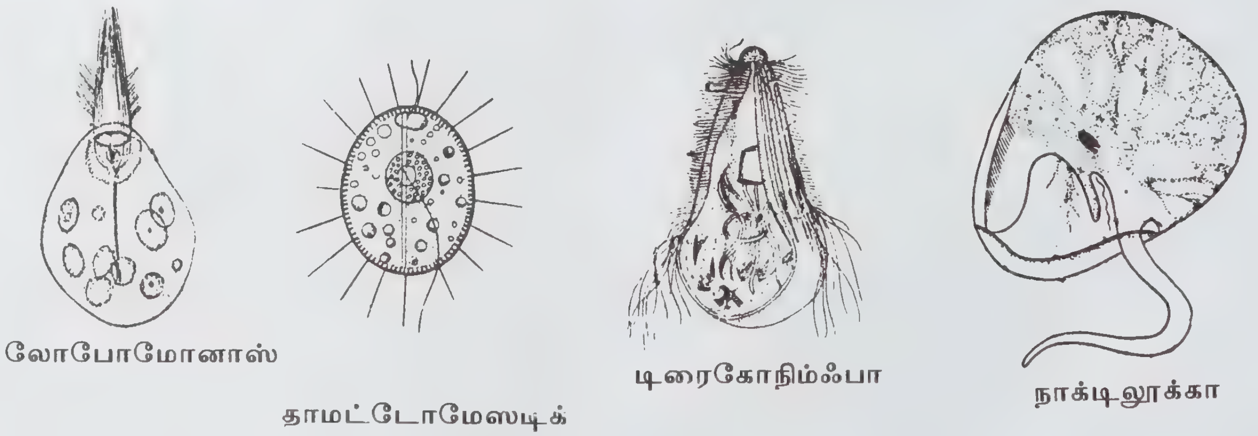
விதைகள் இரண்டு. பூக்கள் ஏப்ரல் - ஜூலை மாதங்களில் மிகுதியாகத் தோன்றும். மரப்பட்டை பிளவுபட்டிருக்கும். இதன் மரம் வெள்ளையாகவோ சாம்பல் கலந்த வெள்ளை நிறத்திலோ இருக்கும்.

பயன். நீடித்து உழைக்கும் இது ஓரளவு கடினத்தன்மையுடன் இருக்கும். கடைசலுக்கு ஏற்ற இம்மரத்திலிருந்து ஏர் செய்வர். இம்மரத்தின் விதையிலிருந்து கிடைக்கும் எண்ணெயைக் கொண்டு விளக்கெரிக்கலாம். கொப்புளங்களுக்கும் வீக்கங்களுக்கும் இம்மரப்பட்டையும் இலையும் பயனாகின்றன.

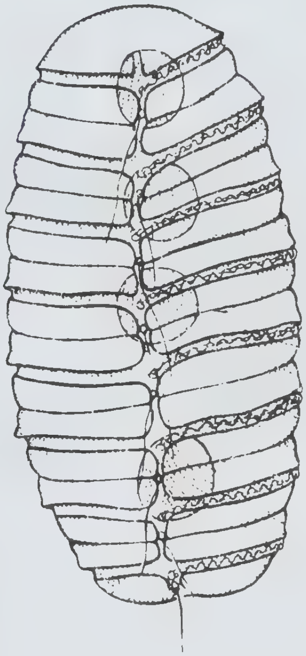
- கோ. அர்ச்சுனன்

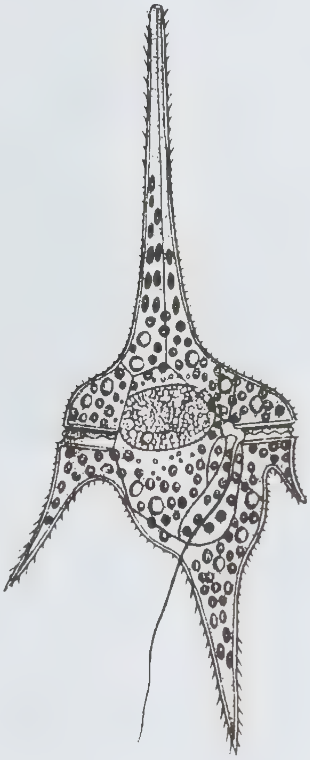
நாக்டிலூக்கா

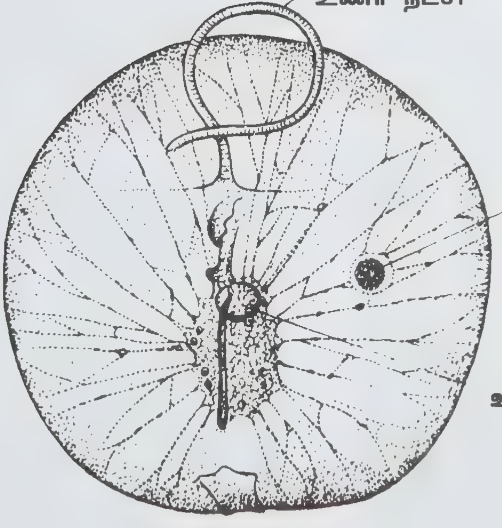
ஒரு செல் உயிரியான நாக்டிலூர்க்கா **(Noctiluca)** புரோடோசோவா தொகுதியில் மாஸ்டிகோஃபோரா வகுப்பில் சிஸ்டோஃபிளஜலேட்டா வரிசையில் உள்ளது. சிஸ்டோஃபிளஜலேட்டாவில் அடங்கும் உயிரிகள் அனைத்தும் ஒரு சிறிய நீளிழையையும், வரியுடைய



நாக்டிலூக்கா இனங்கள்







நாக்டிலூரக்கா *(noctiluca)*

நீண்ட உணர்கொம்பையும் பெற்றிருக்கின்றன. ஜெலட்டினாலான உடலையுடைய ஒளி உமிழும் தன்மையுடைய இவ்வுயிரிகள் தற்போது டைனோஃபிளஜலேட்டா என்னும் வரிசையில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

நாக்டிலூக்கா மிலியாரிஸ் (noctiluca miliaris) ஒரு கடல் வாழ் உயிரியாகும். இது அட்லாண்டிக் கடலிலும், பசிபிக் பெருங்கடலிலும் மிகுதியாகக் காணப்படும். கடலின் மேற்பரப்பில் வாழக்கூடியது என்றாலும் கரையோரங்களில் கடற்பரப்பில் மிதந்து கொண்டிருக்கும். ஜெலட்டினாலான இதன் உடல் கோளவடிவமுடையது. உடல் 1 மி.மீ. அல்லது அதற்கு மேலும் விட்டமுடையது. உடலின் கீழ் மையப் பகுதியிலிருந்து வாய் வரை ஒரு பெரிய வரிப்பள்ளம் (groove) காணப்படும். இப்பள்ளம் செல் தொண்டை (cytopharynx) வரை நீண்டுள்ளது. இதிலிருந்து மிகச் சிறிய நீளிழையும் (flagellum) தடித்த உணர் நீட்சியும் (tentacle) நீட்டிக்கொண்டிருக்கும். நீளிழை, உட்கருவின் மையப்பகுதி அல்லது அடித்துகள் பகுதியிலிருந்து தோன்றுகிறது. வெற்றிடங்களைப் பெற்றுள்ள சைட்டோபிளாசத்தின் மையத்தில் உட்கரு அமைந்துள்ளது.

நாக்டிலூக்கா முற்றிலும் விலங்கு போன்ற முறையில் உணவை உட்கொள்கிறது. இவ்வுயிரியின் சிறிய நீளிழை உணவைப் பிடிப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. ரோட்டிஃபெர் போன்ற பிற நுண்ணுயிரிகளையும், புழுக்களின் வேற்றிள உயிரிகளையும் உணவாகக் கொள்கிறது.

இனப்பெருக்கம், பாலிலி இனப்பெருக்க முறையிலும் (asexual reproduction) பால் இனப்பெருக்க முறையிலும் (sexual reproduction) நடைபெறுகிறது. பாலிலி இனப்பெருக்க முறையில் உயிரி இரு சமப்பிளவாதல் (binary fission) முறையில் சைட்டோபிளாசமும் உட்கருவும் இரண்டாகப் பிரிந்து இரண்டு உயிரிகளாகின்றன.

பால் இனப்பெருக்கத்தின்போது நாக்டிலூக்காவின் சைட்டோபிளாசமும் பல உட்கருக்களையுடைய தட்டுப் போன்று உடற்பரப்பில் அமைகிறது. பின்பு இத்தட்டு, மொட்டுக்கள் (buds) அல்லது ஒத்த இனச்செல்களை (isogametes) உருவாக்குகிறது. ஒவ்வோர் இனச் செல்லிலும் ஓர் உட்கரு இருக்கும். மேலும் ஒவ்வோர் இனச்செல்லும் ஒரு நீளிழையையும், உணர் நீட்சியையும் பெற்றிருக்கும். இது பார்ப்பதற்கு முதிர்ந்த உயிரியை ஒத்திருக்கும். ஒத்த இனச்செல்கள் இணைந்து கருமுட்டையை (zygote) உருவாக்குகின்றன. கிராஸ் என்பார், இணைந்த இனச்செல்கள் கூடுறையை (cyst) உண்டாக்கிப் பின்பு அதிலிருந்து புதிய உயிரிகளான டிரோஃபோசுவாய்டுகள் தோன்றுவதாகக் கூறியுள்ளார். நாக்டிலூக்கா இனப்பெருக்கத்தில் ஈடுபடும்போது உட்கருவும் சைட்டோப்பிளாசமும் தவிர ஏனைய பகுதிகள் மறைந்துவிடுகின்றன.

நாக்டிலூக்கா இரவில் ஒளிரும் (phosphorescence) தன்மைக்குப் பெயர் பெற்றது. இரவு நேரங்களில் கடலோர நீர் ஒளி உமிழ்வதற்கு இதுவே காரணமாகும். உயிரியின் சைட்டோபிளாசம் ஒளி உமிழும் தன்மையுடைய சைட்டோபிளாசத் துகள்களைப் பெற்றுள்ளது. இத்துகள்கள் லூசிஃபெர்ரின் என்னும் புரதப் பொருளாலானவை. இப்புரதப் பொருள் லியூசிஃபெரேஸ் என்னும் நொதியின் விளைவால் ஆக்ஸிகரணத்திற்குட்பட்டு ஒளியை உமிழ்கிறது.

நாக்டிலூக்கா கடற்பரப்பில் மிகுதியாகப் பரவிப் பார்ப்பதற்குச் சிவப்பு ஏடு போன்று காட்சியளிக்கும். இக்காட்சி பகல் நேரங்களில் தக்காளிக்குழம்புப் போன்று காணப்படும். உயிரிகளின் திடீர்ப் பெருக்கம், செழித்தல் (blooming) எனப்படும். இவ்வகைச் செழிப்பு, சில நேரங்களில் கடற்பரப்பில் சில நுண்ணுயிரிகளின் பெருக்கத்தினால் தோன்றும் நச்சுத் தன்மையுள்ள பரப்பாகிய சிவப்பு அலைகள் (red tides) தோன்றுவதற்கும் ஒரு காரணமாகும். உயிரிகளின் திடீர்ப் பெருக்கத்தினால் கடல் நீர் மாசுபடுகிறது. மேலும் விரும்பத்தகாத மணத்தையும் உருவாக்குகிறது. மீன் மற்றும் சில மெல்லுடலிகளுக்கும் இது நச்சாக அமைவதால், சில நேரங்களில் அவை பெருமளவில் இறந்துவிடுவதுண்டு.

- பா. ஆனந்தன்

நாகபுரி எருமை

உலகிலுள்ள எருமை இனங்களில் இந்திய எருமை இனங்களே சிறந்தவையாகக் கருதப்படுகின்றன. இவை கரடுமுரடான தீவனத்தை உட்கொண்டு பசுக்களை விடக் கூடுதலான பால் சுரக்கின்றன. எனினும் பருவம் அடைதலில் ஏற்படும் கால தாமதம், இரு கன்றுகளுக்கு இடையிலான பெரும் இடைவெளி, குறைந்த தீவன மாற்று விகிதம் ஆகியவை இந்திய எருமைகளில் குறைகளாக இருந்து வருகின்றன. முர்ரா, நீலி, சுருட்டி, ஜாபர்பாடி, மேசனா, நாகபுரி ஆகிய இவற்றுள் நாகபுரி

எருமைகள் மட்டுமே வேலைத்திறன் மிக்கவை. குறைவான அளவிலேயே பால் சுரப்பவை.

நாகபுரி எருமை

பிறப்பிடம். இந்த எருமையினம் மைய இந்திய தென் பகுதிகளில் காணப்படும். நாக்பூர், வார்தா, பேரார் மாவட்டங்களிலும், தென்னிந்தியாவில் ஆந்திரப் பிரதேசத்தில் வட பகுதிகளிலும் இவ்வினம் மிகுதி.

உடலமைப்பு. இவ்வினத்தைச் சேர்ந்த எருமைகளின் உடலமைப்பு முர்ரா இனங்களிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்டுக் காணப்படும். இவை மிகவும் உயரமான உருவத்தோடு காணப்படும். கால்கள் சன்னமாகவும், வால் குட்டையாகவும், தலைப்பகுதி நீளமாகவும், முன்நெற்றி அகன்றும் இருக்கும். இதன் கொம்புகள் நீளமாகவும் கழுத்துக்கு இரு மருங்கிலும் பின்னோக்கிச் சென்று தோல்பட்டையைத் தாண்டியும் காணப்படும்.

இவை பொதுவாகக் கறுப்பு நிறத்திலேயே காணப்படும். எனினும் சில எருமைகளில் முகம், கால்முட்டி, வால்நுனி ஆகிய பகுதிகளில் வெள்ளை நிறத்திட்டுகள் காணப்படுவதுண்டு.

உடல் அளவு. ஆண் எருமைகள் சராசரியாக 56 அங்குல உயரத்திலும், 68 அங்குல நீளத்திலும் காணப்படும். பெண் எருமைகள் சராசரியாக 52 அங்குல உயரத்தையும், 56 அங்குல நீளத்தையும் கொண்டிருக்கும். ஆண், பெண் எருமைகள் முறையே சராசரியாக 525 கி.கி. 410 கி.கி. எடையைக் கொண்டிருக்கும்.

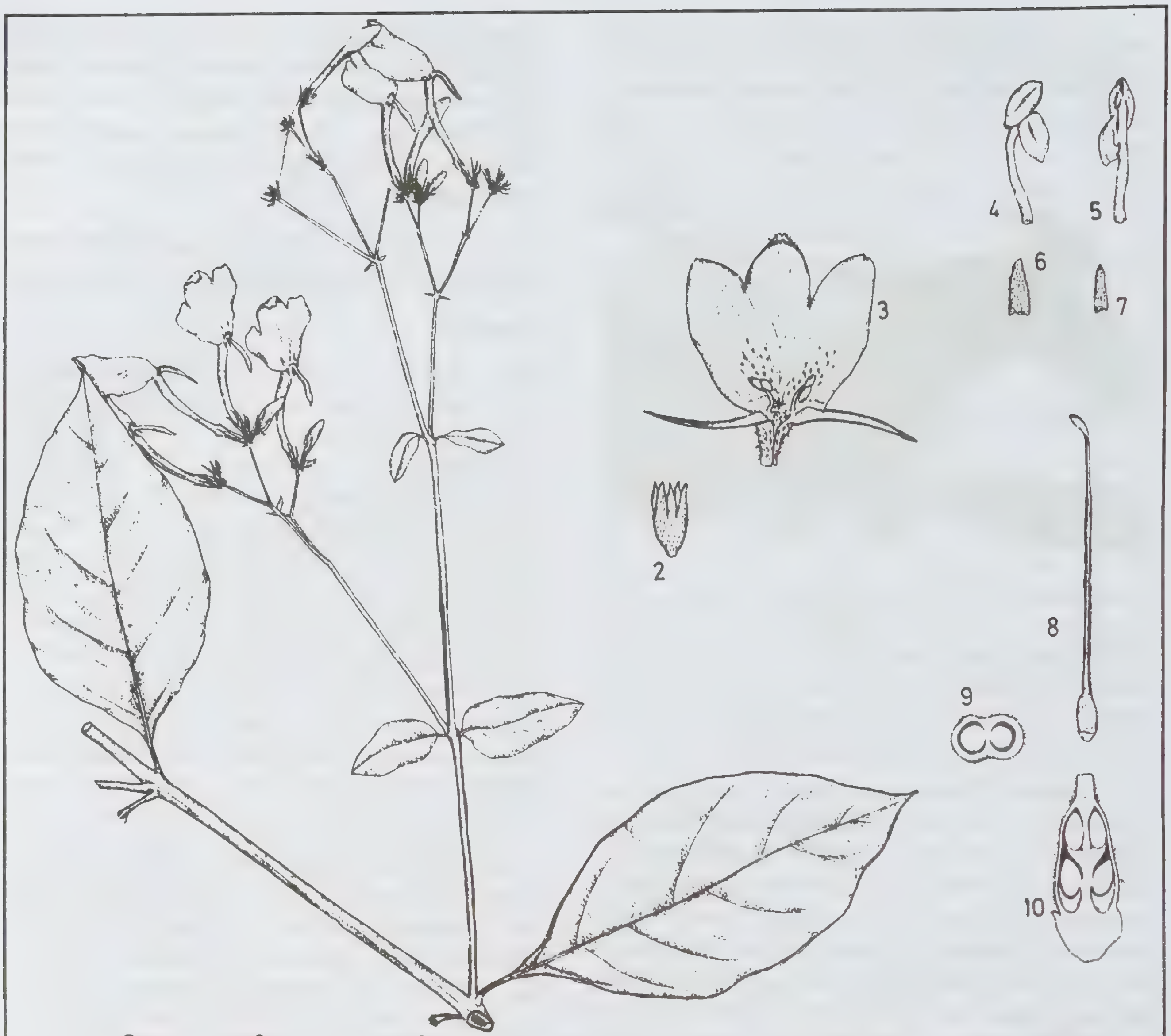
தனிப் பண்புகள். இவ்வினத்தைச் சேர்ந்த ஆண் எருமைகள் பெரும்பாலும் வேளாண் பணிகளில் ஈடுபடுத்தப்படும். இவை மெதுவாக இயங்கக் கூடியவை; ஆயினும் நன்கு வேலை செய்யக்கூடியவை. சதுப்பு நிலக்காடுகளிலும், நெல் வயல்களிலும், வேலை செய்ய ஏற்ற இனமாகும். பெண் எருமைகள் ஓரளவே பால் கொடுக்கக்கூடியவை. இவை நாளொன்றுக்கு 5-8 கி.கி பால் தரும்.

- ஆர். கோவிந்தராஜு

நாகமல்லி

இதை அனிச்சைச் செடி, நாகமல்லிகை, நாகமுட்டி, ஊரசுமல்லி, விஷமல்லி என்றும் கூறுவதுண்டு. ஸ்னேக் ஜேஸ்மின் (snake jasmine) எனப்படும் இதன் தாவரப்பெயர் ரைனகேந்தஸ் கம்மியூனிஸ் *(Rhinacanthus communis)* என்பதாகும். ரைனகேந்தஸ் நாஸ்டஸ் *(R.nastus)* என்பது இதன் இணைதாவரப் பெயர். இச்செடி அக்காந்தேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. திருவாங்கூர் மற்றும் தமிழ்நாட்டிலுள்ள மகாபலிபுரம் ஆகிய இடங்களில் மிகுதியும் வளர்கிறது. இதை 300 - 500 மீ. உயரமுள்ள மலைச்சரிவுகளில் காணலாம். இச்செடியின் பூக்கள் டிசம்பர்-ஏப்ரல் மாதங்களில் அழகாகத் தோன்றுகின்றன. கனிகள் ஜனவரி முதற்கொண்டே காணப்படுகின்றன. இந்தியா தவிர இலங்கை, ஜாவா, மடகாஸ்கர் நாடுகளிலும் இதைக் காணலாம்.

அமைப்பு. இது 90-150 செ.மீ. உயரம் வளரும் செடி. இதன் இலைகள் எதிரடுக்கில் முழுமையாக அமைந்தவை. வழக்கமாக ரேஃபைடுகள் (Raphide) கொண்டவை. இலையடிச் செதில்கள் இல்லை. முழுமையான, கூர்நுனியுடைய இலைகள் முட்டை அல்லது தலைகீழ் ஈட்டி வடிவில் இருக்கும். இலைக்காம்பு 2 செ.மீ. நீளம் வளர்ந்திருக்கும். கூட்டுப்பூத்திரள் மஞ்சரி (panicle) கிளை நுனியிலோ இலைக் கக்கங்களிலோ இருக்கும். சிறிய மலர்கள், வெள்ளை நிறமானவை. மஞ்சரிக்காம்பு 15 செ.மீ. நீளமானது. பூவடிச் செதில்களும் பூவடிச்சிறு செதில்களும் 3 மி.மீ அளவிலுள்ளவை. பூக்காம்பு நுண்ணியது. குறுகலான, தொடு இதழ் அமைப்பிலுள்ள புல்லி இதழ்கள் 5 மடல்களைக் கொண்டவை. அல்லிக்குழல் நீளமாயும் மிக மென்மையாயும் இருக்கும். இரண்டு மகரந்தத்தாள்கள் அல்லிக் குழலின் தொண்டைப் பகுதியில் ஒட்டியிருக்கும். மகரந்தப்பைகள் நீள்சதுரமாய் 1.5 மி.மீ. அளவிலிருக்கும்.



1.கிளை 2. புல்லிவட்டம் 3. அல்லிவட்டம் 4, 5 மகரந்தக் கேசரங்கள் 6. பூவடிச்செதில் 7. பூக்காம்புச்செதில் 8. சூலகம் 9. சூல்பையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் 10. சூல்பையின நீள்வெட்டுத் தோற்றம்.

நாகமல்லி ***(Rhinacanthus communis)***

மகரந்தப்பையில் இரண்டு அறைகள் உண்டு. வட்டத்தட்டு கிண்ணம் போன்றது. மேல்மட்டச் சூல்பை இரண்டு அறை கொண்டது. ஒவ்வோர் அறையிலும் இரண்டு சூல்கள் உள்ளன. சூலகத்தண்டு நூல் வடிவானது. சூலகமுடி சாய்வாக இரண்டு பிரிவுகளைக் கொண்டிருக்கும். அடிப்பக்கம் ஒடுங்கியிருக்கும். தடுக்கிதழ்கள் (valves) பல நேரங்களில் பின் வளைந்து இருக்கும். ஒவ்வொரு கனியிலும் வட்ட வடிவ, உறுதியான, வழவழப்பான, நான்கு கருநிற விதைகள் காணப்படும்.

பயன். இதன் இலையும் வேரும் மருந்தாகின்றன. பச்சை வேரையும் இலையையும் இடித்து எலுமிச்சம் பழச்சாற்றில் குழைத்துத் தடவ வண்டுக்கடி, படை, சொறி, சிரங்கு நீங்கும். மிளகு, எலுமிச்சம்பழச்சாற்றில் வேரையும் இலையையும் அரைத்துத் தடவ வண்ணான் சொறி விலகும். வேரைப் பாலில் இட்டுக் காய்ச்சிக் குடிக்கக் காமம் பெருகும். வெப்பத்தை அதிகரித்துப் பழைய நோய்களைப் படிப்படியாகக் குறைத்து நீக்கும். இதன் இலை அல்லது வேரை மென்று தின்றால்

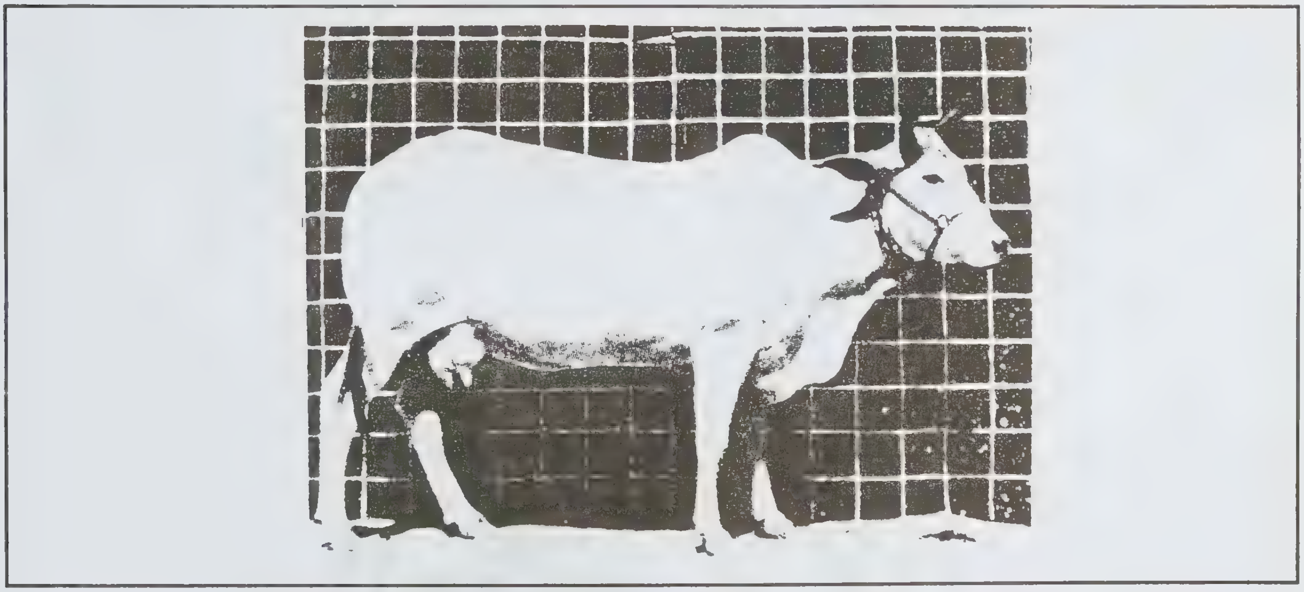
பாம்பு நச்சு நீங்குமென்பர். சில நாடுகளில் இதன் விதைகளை துணிகள் மணப்பதற்கு அவற்றினிடையே வைத்திருப்பது வழக்கம்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நாகூர் மாடு

இந்திய மாட்டினங்களில் வேலைக்கு ஏற்ற பிரிவில் நாகூர் மாடுகள் மிகவும் புகழ்பெற்றவை. வண்டி இழுத்தல், பாரம் சுமத்தல் போன்ற போக்குவரத்துப் பணிகளுக்காக இவை பெரிதும் விரும்பிப் பராமரிக்கப்படும்.

பிறப்பிடம். வட இந்தியாவில் ராஜஸ்தான் மாநிலத்தில் உள்ள நாகூர் மற்றும் ஜோத்பூர் மாவட்டங்களே இதன் பிறப்பிடமாகும். எனினும் இந்த இனத்தைச் சேர்ந்த எருதுகள் நல்ல பணித்திறன் வாய்ந்தவையாதலால் ராஜஸ்தானை ஒட்டிய பிற மாநிலங்களிலும் பெரும்பான்மையாகப் வளர்க்கப்படுகின்றன.



உடலமைப்பு. பொதுவாக இவ்வின மாடுகள் வெண்ணிறத்திலேயே காணப்படும். நல்ல நீளமான உடல் வாகைக் கொண்டிருக்கும். முதுகுப்புறம் நேராகவும் மார்புப் பகுதி அகலமாகவும் அமைந்திருக்கும். ஆழமான வயிற்றுப் பகுதியையும், வலிமையான வளர்ச்சியடைந்த பின்பகுதியையும் கொண்டிருக்கும்.

தலைப்பகுதி சிறியதாகவும், நீளமாகவும் இருக்கும். முன்நெற்றி தட்டையாகக் காணப்படும். நன்கு வளர்ச்சியடைந்த கொம்புகள் மேல்நோக்கியும் வெளிப்புறமாகவும், உள்நோக்கி வளைந்து காணப்படும். திமிள் சிறியதாகவும், காதுகள் அகலமாகவும் அமைந்திருக்கும். கால்கள் தசைப்பற்றுடனும், வலிமையுடனும், நேராகக் காணப்படும். வால் சற்றே குட்டையாக இருக்கும். வால்முடி பின்கால் முட்டியைத் தொடும் அளவில் அமைந்திருக்கும். இதன் மேற்தோல் மென்மையாகவும் ஆண்குறி உறை சிறியதாகவும் காணப்படும்.

உடல் அளவு. இந்த இனத்தைச் சேர்ந்த காளைகள் சராசரியாக 55 அங்குல உயரத்திலும், 62 அங்குல நீளத்திலும் இருக்கும். இவ்வினப்பசுக்கள் சராசரியாக 54 அங்குல உயரத்திலும், 58 அங்குல நீளத்திலும் இருக்கும். காளைகள் சராசரியாக 73 அங்குல உடல் சுற்றளவையும், பசுக்கள் 65 அங்குல உடல் சுற்றளவையும் கொண்டிருக்கும். காளைகளின் சராசரி எடை 550 கிலோவும் பசுக்களின் சராசரி எடை 365 கிலோவும் இருக்கும்.

சிறப்பியல்பு. நாகூர் இன எருதுகள் உறுதியுடன் காணப்படும். வேலைகளில் ஈடுபடுத்தப்படும்போது நல்ல வேகத்துடனும், சுறுசுறுப்புடனும் செயல்படும். ஆழமான மணற்பகுதிகளிலும் திறமையுடன் பணியாற்றும். எனவே, அனைத்து வேளாண் பணிகளுக்கும், சாலைப் பணிகளுக்கும் இந்த எருதுகள் பயன்படுகின்றன.

இவ்வினத்தைச் சேர்ந்த பசுக்கள் உருவத்திலே சற்றே சிறியனவாகக் காணப்படும். இவை மிகவும் குறைந்த அளவு பால் சுரப்புத்திறன் கொண்டிருக்கும். ஒரு நாளில் 3-4 லி. பால் கொடுக்கும்.

- ஆர். கோவிந்தராஜு

நாகேசுரப்பூ மரம்

இதனை நாகம், நாகப்பூ, நாகேசுரம், கேசரம், சாம்பேயபம், நாகம், நங்கள், நாங்கு, காஞ்சரம், எமம், ஆடகம், நாக சம்பங்கி, பூதங்கொல்லி, சிறு நாகப்பூ என்றும் குறிப்பிடுவர். சிலோன் அய்ர்ன் வுட் (Ceylon iron wood) எனப்படும் இது அழகு தரும் மரமாகப் பூங்காக்களில் வளர்க்கப்படுகிறது. இதன் தாவரப் பெயர் மெசுவா ஃபெரியா *(Mesua ferrea)* என்பதாகும். இதற்கு மெ.ஸ்பீசியோசா *(M.Speciosa)*, மெ.பெடன்குலேட்டா *(M. Pedunculata)*, மெ. கோரமெண்டெலினா *(M.Coromandalina)* என்னும் இணைப்பெயர்களுண்டு. கட்டிஃபெர்ரே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இம்மரத்தை இமயமலை, அஸ்ஸாம், கேரளம், தென்கர்நாடகம் ஆகிய பகுதிகளிலும், மேற்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளிலும் மிகுதியாகக் காணலாம். இது இந்தியா, இலங்கை, மியான்மரின் சமவெளி மற்றும் மலைப்பகுதிகளில் 1.5 கி.மீ. உயரம் வரை வளர்ந்திருக்கும். வடிகால் வசதியுள்ள இடங்களிலும் ஆழமான வளமான மண் கண்டமுள்ள இடங்களிலும் நன்கு வளர்கிறது. தாழ்வான, கடுங்களி நிலங்களில் வளர்ச்சி போதுமான அளவு இராது. பனி, வறட்சியைத் தாங்கி வளராத இம்மரம் விதை மூலமாகவோ கன்றுகள் மூலமாகவோ இனப்பெருக்கம் செய்கிறது.

அமைப்பு. இது பசுமை மாறா நடுத்தர உயரம் வளரும் மரம். மரப்பட்டை சாம்பல் அல்லது செம்பழுப்பு நிறமானது. பட்டை மெல்லிய ஓடுகளாகப் பெயரும். தடித்த இலைகள் எதிரடுக்கில் அமைந்தவை. ஈட்டி அல்லது நீள்சதுரமானவை. பல நேரங்களில் ஒளிபுகும் புள்ளிகளைக் கொண்டிருக்கும். மஞ்சரி கொத்தானது, மலர்கள் வெள்ளை நிறமாயும் மணமுடனுமிருக்கும். இவை தனியாகவோ இரட்டையாகவோ, இலைக்கோணத்திலோ,

நாகேசுரப்பூ மரம்

உச்சியிலோ உண்டாகியிருக்கும். மலர்கள் 2.5-10 செ.மீ. குறுக்களவுள்ளவை. நான்கு புல்லி இதழ்களும் நான்கு அல்லி இதழ்களும் உண்டு. மகரந்தத்தாள்கள் மிகப் பல. நேரான மகரந்தப்பைகள் பெரியவையாயும் நீட்சியடைந்தவையாயுமிருக்கும். சூல்பை இரண்டு அறைகளைக் கொண்டது. சூலகத்தண்டு நீளமாயிருக்கும். சூலகமுடி கேடயம் போன்றது. ஒவ்வோர் அறையிலும் இரு சூல்கள் காணப்படும். முட்டை போன்ற கனி பொதுவாகக் கட்டை போன்றிருக்கும். 1-4 விதைகள் அடர் பழுப்பு நிறமானவை. வித்திலைகள் சதைப்பற்றாகவும் எண்ணெய் நிரம்பியும் இருக்கும்.

பயன். இம்மரத்தில் உண்டாகும் பூக்களுக்காகப் பூங்காக்களிலும் சாலைகளிலும் விரும்பி வளர்ப்பதுண்டு. பூக்கள் மணம் மிகுந்தவை. இதனைக் காற்றுத்தடை மரமாக வளர்க்கலாம். நிழல்தரும் மரவகையைச் சேர்ந்த இது 90 ஆண்டு வாழும். மென்மரக்கட்டை பாலேட்டு வெள்ளை நிறமாகவோ இளஞ்சிவப்பு கலந்த பழுப்பு நிறமாகவோ இருக்கும். நீண்டகாலம் உழைக்கும் இம்மரம் 10-15 ஆண்டுகளுக்குக் கெடுவதில்லை. கரையானால் இது அரிதாகத் தாக்கப்படுகிறது. இம்மரத்தைக் கொண்டு பாலங்கள், தூண்கள், கம்பங்கள், வீட்டுக் கட்டுமானப் பொருள்கள் செய்யலாம். மேலும் மின் கம்பங்கள், செக்குகள், வேளாண்மைக் கருவிகள் பலவிதக் கருவிகளின் கைப்பிடிகள், கைத்தடிகள், இசைக்கருவிகள், பெட்டிகள் ஆகியவற்றையும் செய்யலாம். இதன் பருப்பிலிருந்து குழகுழப்பான சிவப்பு அல்லது அடர் பழுப்பான கெடு நாற்றமுள்ள எண்ணெய் எடுக்கலாம். ஒரு கிலோ எடையில் 400-500 கொட்டைகள் இருக்கும். விதை எண்ணெயில் வேதி அமிலங்கள் உள்ளன. இந்த எண்ணெயைப் பயன்படுத்திச் சோப்புத் தயாரிக்கலாம்.

மணமுள்ள மகரந்தத் தாள்கள் அயல்நாட்டில் தலையணையிலும், மெத்தையிலும் திணிக்கப்படுகின்றன. பூக்களை உலர்த்தி மணப்பொருள்களுடன் சேர்த்து மணமுள்ள பூச்சி மருந்துகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பூ மொட்டில் இரண்டு வகையான கசப்புள்ள நச்சுப் பொருள்கள் அடங்கியுள்ளன. சோப்புகளில் மணத்தைத் தருவதற்குப் பால்சத்திற்குப் பதிலாகப் பயனாகிறது. இதன் கனித்தோலில் நச்சுப்பொருள் அடங்கியுள்ளது. பூக்களும் பட்டையும் காயும் துவர்ப்பானவை; இவற்றிற்கு வேர்க்கச் செய்யும் குணமும் உண்டு. விதை எண்ணெயைக் கொண்டு கீல்வாதம், தோல் நோய்களைக் குணப்படுத்தலாம்.

இதன் இலை, மொட்டு, பூ, விதை, வேர், பட்டை முதலியவை மருந்துக்குதவுகின்றன. இலைச்சாறு கோழை, இருமலை நீக்கும். இதன் இலையை அரைத்துப் புண், கொப்புளங்களுக்குப் போடலாம். இலைக்குடிநீர் விரல், காலடியில் உண்டாகும் எரிச்சலைப் போக்கும். இலை மொட்டுகளை மணப்பாகு செய்துதரச் சீதக்கழிச்சல் குணமாகும். பச்சைப் பூவை அரைத்து வெண்ணெய், கற்கண்டுடன் சேர்த்து உண்ண, குருதிப்போக்கை அடக்கும். குருதிமூலம், பெரும்பாடு, பெண்களுக்கு உண்டாகும் வெண்கசிவுக் கோளாறு ஆகியன குணமாகும். உலர்ந்த பூக்களை நெய் சேர்த்து அரைத்துக் காலில் உண்டாகும் எரிச்சலுக்குத் தடவலாம். பூக்களைச் சிறிது நெய்விட்டு வறுத்துப் பொடித்து 1-2 கிராம் எடுத்து நெய்யில் குழப்பி உண்ண, குருதிப்போக்கு, நாவறட்சி, வயிற்றுளைச்சல், இருமல், குருதிமூலம், பெரும்பாடு, செரியாமை, மிகை வேர்வை முதலியவை போகும். இம்மரத்தின் வேருடன் இஞ்சியை அரைத்துக் கொடுக்க வெப்பத்தையும் பசியையும் தரும்.

பூச்சாறு கருவுற்றோருக்கு உண்டாகும் நீர்க்கட்டுக்குப் பயன்படும். காசநோயும், ஆண்குறியில் உண்டாகும் வெள்ளை நோயும் இதனால் போகும். சூரணம் செய்து சர்க்கரை அல்லது தேன் கலந்து தர வாயு, நீரடைப்பு, பெண்களுக்கு உண்டாகும் குருதிச் சிக்கல் அகலும். இதன் விதை ஒரு பங்குடன் அரைப்பங்கு சதாப்பிலை சேர்த்தரைத்து உட்கொள்ள முறைக்காய்ச்சல், வெள்ளை இருமல் விலகும். பிஞ்சு, காய்களிலிருந்து கிடைக்கும் எண்ணெயை மேலுக்குப் பூசக் கை, கால் குடைச்சல், வாதப்பிடிப்பு குணமாகும். பட்டைக்குடிநீர் உடலை உறுதிபெறச் செய்யும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நாட்டிலாய்டு

இது நான்கு செவுள்களையுடைய தொன்மையான வகுப்பினைச் சார்ந்த தலைக்காலியாகும். இக்கடல் வாழ் விலங்கின் மென்மையான ஓடுகள் நீளமாகவோ, சுருண்டு வளைந்தோ தடுப்புச்சுவர்களால் ஆன அறைகளைக் கொண்டோ காணப்படுகின்றன. இவ்வோடுகளில் எளிமையான புரைவுகள் (sutures) காணப்படுகின்றன.

நாட்டிலாய்டில் 300 பேரினங்களும், 2500க்கு மேற்பட்ட சிற்றினங்களும் உள்ளன. இவை மேல்காம்பிரியன் காலத்தைச் சேர்ந்த தொல்லுயிரிப்

படிவங்களாகக் கிடைக்கின்றன. இவை ஆர்டொவிசியன் காலத்தில் ஆதிக்கம் செலுத்தியுள்ளன எனத் தெரிகிறது. பெரும்பான்மையான இனங்கள் டிரையாசிக் காலத்தில் மடிந்துவிட்டன. தற்காலத்தில் இவ்வகுப்பில் நாட்டிலஸ் (Nautilus) என்னும் பேரினமே காணப்படுகிறது.

வகைப்பாடு. நாட்டிலாய்டை அதன் உடல் அமைப்பு, பழுப்பு நிறப் பட்டைகளின் அமைப்பு ஆகியவற்றைக் கொண்டு வகைப்படுத்தியுள்ளனர். இது மெல்லுடலிகள் தொகுதியில், தலைக்காலிகள் வகுப்பில் அமைந்துள்ளது.

பரவல். இந்திய-பசிஃபிக் கடல்களிலும், வெப்பக்கடல்களிலும் 150 மீ. ஆழத்தில் நாட்டிலாய்டு வாழ்கிறது. நாட்டிலஸ் பாம்பிலியஸ் *(Nautilus pompilius)* என்னும் விலங்கு பிஜித் தீவுகளில் இருந்து கிழக்கு இந்தியக் கடல் வரை பரவிக் காணப்படுகிறது. நாட்டிலஸ் ஸ்குரோபிகுலேடஸ் *(Nautilus scrobiculatus)* என்னும் விலங்கு நியூகினியாவிற்கு அருகிலுள்ள சாலமன் கடல் பகுதியில் மட்டுமே காணப்படுகிறது.

சிறப்புப் பண்புகள். 10-27 செ.மீ. நீளமுள்ள நாட்டிலாய்டின் வெளிப்புற ஓடுகள் சமச்சீர் அமைப்பில் நன்கு வளர்ச்சியடைந்து புறச்சுற்றாகக் (planospirally coiled) காணப்படுவதுடன் பல அறைகளாகவும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் தடுப்புச் சுவர்களின் மையவழியாக முதுகுப்பகுதியின் புறத்திலிருந்து ஒரு குழாய் போன்ற அமைப்பு வெளி அறையுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. பாதப் பகுதியில் 80-90 உணர்நீட்சிகள் (tentacles) உள்ளன. புனல்பகுதி இணையா இரண்டு கதுப்புகளைக் கொண்டுள்ளது.

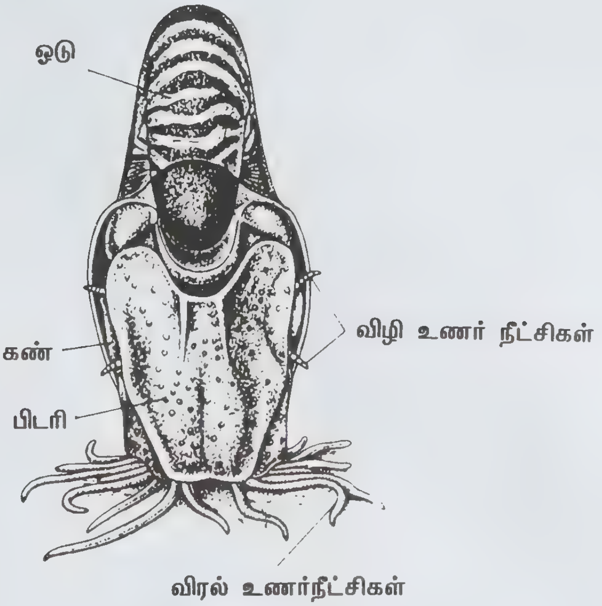
இவ்விலங்குகளில் காணப்படும் சுரண்டு நாக்கின் (radula) ஒவ்வொரு வரிசையிலும் ஏறக்குறைய 13 பற்கள் உள்ளன. தலைக்காலியின் சிறப்பு உறுப்பாகக் கருதப்படும் மசிப்பை (ink sac) இவ்விலங்குகளில் இல்லை. சிறுநீரகம், செவுள் (gill) போன்ற உறுப்புகள் ஈரிணைப்புகளாகக் காணப்படுகின்றன. நாட்டிலாய்டின் கருவியல் பற்றிய தெளிவான குறிப்புகள் அறியப்படவில்லை.

நாட்டிலாய்டு பல்வேறு பெயர்களைக் கொண்டுள்ளது. சில நேரங்களில் நீர்ப்பரப்பிற்கு அருகில் ஒதுங்குவதால் முத்து ஓடங்கள் (pearly boats) என்பர். மேலும் நாட்டிலாய்டுகளை அறைகளையுடைய நத்தைகள் (chamber snails) என்பர்.

ஓடு. ஓடுகளின் நீள் வெட்டுத் தோற்றத்தினைக் காணும்போது பல அறைகள் அடுத்தடுத்துள்ளன. இவ்வறைகள் காற்றினால் அமைக்கப்படுகின்றன. அறைகளின் நடுச்சுவர் வழியே உள்ள குழாய் போன்ற அமைப்பு அனைத்து அறைகளையும் இணைத்து விலங்கு இருக்கும் அறையுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. விலங்கின் உடல், இவ்வோடுகளின் வெளிப்புற அறையில் காணப்படுகிறது. விலங்கு வளர வளர ஓட்டில் புதிய அறைகள் தோன்றிக் கொண்டேயுள்ளன. தொன்மையான வயிற்றுக் காலிகளின் இளவுயிரிகளில் உள்ளவாறே இதன் ஓடுகள் தலைப்பகுதியை நோக்கிச் சுருண்டு காணப்படுகின்றன.

உணர்நீட்சிகள். உள்ளுறுப்பு உறையின் (visceral sac) முதுகுப் பரப்பினைச் சவ்வு சுற்றியுள்ளது. இது அனைத்து மெல்லுடலிகளிலும் காணப்படும் பொதுப்பண்பாகும். 90க்கும் மேற்பட்ட தனித்தனியான உணர்நீட்சிகள் குறுகிய, தடித்த தண்டுடன் காணப்படுகின்றன. இவ்வுணர்நீட்சிகள் தண்டினுள் சுருங்கி விரியும் தன்மையைக் கொண்டுள்ளன. முதுகுப்பரப்பில் காணப்படும் நான்கு உணர்நீட்சிகளின் தண்டுகள் இணைந்து ஒரு பாம்புப் படம் (hood) போன்ற அமைப்பினைக் கொண்டுள்ளன. இவ்வமைப்பு, கேடயம் போன்று அழகாகக் காணப்படுகிறது. வாய்த்திறப்பினைச் சுற்றி மற்ற உணர்நீட்சிகள் முற்றுப்பெறா இருவரிசையில் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் உள்வரிசையில் 44-52 உணர்நீட்சிகளும், வெளிவரிசையில் ஏறத்தாழ 38 உணர்நீட்சிகளும் காணப்படுகின்றன. பாலினச்சேர்க்கை உறுப்பாகச் சில உணர் நீட்சிகள் மாறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. உணர் நீட்சிகளில் உறிஞ்சும் கிண்ணங்கள் (suction cups) காணப்படுகின்றன. ஒட்டும் தன்மையுள்ள சுரப்புப் பொருள்களை இவை சுரக்கின்றன. உணர் நீட்சிகள் அவற்றின் பணிக்குத் தக்கவாறு மாறுபாடடைந்து வேதி நுண்ணுணர்வு உணர்நீட்சிகளாகவும் (chemosensory tentacles) பொது உணர்நீட்சிகளாகவும் காணப்படுகின்றன.

உணர் உறுப்புகள். கண்கள் எளிமையாகவும், நன்கு வளர்ச்சியடைந்த விழித்திரையைக் (retina) கொண்டும் காணப்படுகின்றன. கண்களும், மூளையும் குருத்தெலும்பின் (cartilage bone) மேல் பகுதியில் காணப்படுகின்றன. இக்குருத்தெலும்பு, புனலுக்கு வலிமையைக் கொடுப்பதுடன் தசைகள் இணையும் இடமாகவும் அமைந்துள்ளது. கண்களுக்குக் கீழே காணப்படும் விரல்போன்ற நீட்சி (rhinophore) வேதியுணர்



நாட்டிலஸ் மேக்ரோம்ஃபாலஸ் *(Nautilus macromphalus)*

மையமாகச் செயல்படுகிறது. நான்கு செவுள்களிலும் தட்டுப்போன்ற துணை உணர் உறுப்புகள் காணப்படுகின்றன.

முத்து நாட்டிலஸ். இது கடலின் அடியில் வாழும் இரவுநேர விலங்காகும். பகல் நேரங்களில் இவ்விலங்கு மறைந்திருக்கும். எப்போதேனும் இடர் ஏற்பட்டால் நீரின் மேற்பரப்பிற்கு வருகிறது. இதன் ஓடுகளிலுள்ள அறைகள் நீர்மத்தினையும் சீரான காற்றினையும் கொண்டுள்ளன. நீர்மத்தின் அளவு ஓட்டறை நுண் கால்வாய்களின் மூலம் சீராகப் பராமரிக்கப்படுகிறது. இவ்விலங்குகளின் மிதக்கும் திறனை நீர்ம அளவும், வளிம அழுத்த மாறுபாடுகளும் அறுதியிடுகின்றன. நாட்டிலாய்டு தன் ஓடுகளின் அறைகளில் காற்று மற்றும் நீர்ம வீதங்களை வேறுபடுத்துவதன் மூலம் மிதக்கவோ மூழ்கவோ செய்கிறது. நீர் அழுத்த வேறுபாடுகளைப் பல்வேறு ஆழங்களில் எதிர்கொள்ளும் திறனையும் இது பெற்றுள்ளது. இது 50-650 ஆழக்கடற்பகுதியில் காணப்படுகிறது.

உணவு முறை. இவ்விலங்கு நண்டுகளையும், கடலுக்கடியில் காணப்படும் மடிந்தழுகிய விலங்கினங்களையும் உணவாகக் கொள்கிறது. இது மூர்க்கமாக உணவினைக் கொள்ளையிட்டு உண்கிறது. சுரண்டும் நாக்கு உணவுப்பொருள்களைத் துருவும் உறுப்பாகப் பயன்படுகிறது. செரிமானம் மிக நீண்ட நேரத்திற்கு நடைபெறுகிறது.

நாட்டிலாய்டு ஓய்வில் இருக்கும்போதோ நீந்தும்போதோ அனைத்து உணர்நீட்சிகளும் உணர்நீட்சித் தண்டுகளினுள் இழுத்துக் கொள்ளப் படுகின்றன. அரிதாக அவற்றின் முனைகள் மட்டும் நீட்டிக்கொண்டிருக்கும். ஏதேனும் ஓர் உணர்நீட்சி உணவைத் தொட்டவுடன் ஏனைய உணர்நீட்சிகள் யாவும் நீட்டப்படுகின்றன. பற்றும் உணர்நீட்சிகள் உணவைப் பற்றி அவற்றைப் பாதுகாப்புக் கவசப்பகுதிக்குத் தள்ளுகின்றன. உட்சுற்று உணர்நீட்சிகள் இரையினைப் பிடித்துக் கொள்கின்றன. பிறகு தாடையின் உதவியால் உணவுப்பொருள்கள் சிறு சிறு துண்டுகளாக்கப்பட்டு அரைத்து உட்கொள்ளப் படுகின்றன. உணவு உட்கொண்ட 30 மணி நேரத்திற்குப் பிறகும் இரைப்பையில் உணவுத் துகள்கள் காணப்படுகின்றன. இதன் ஓடுகள் ஆபரணம் செய்யவும் உடல் தசை உணவாகவும் பயனாகின்றன.

- கே. வாசுதேவன்

நாட்டு அக்ரூட்

தென்னிந்தியப் பகுதிகளில் காணப்படும் இதை இந்திய வால்நட் (Indian Walnut), பெல்காம் வால்நட் (Belgum Walnut), கேண்டில் நட் ட்ரீ (Candle nut Tree) என்பர். இதன் தாவரப்பெயர் அலிரைட்டஸ் மொலுக்கானா *(Aleurites Moluccana)* என்பதாகும். இதன் மாற்றுப்பெயர் அலிரைட்டஸ் ட்ரைலோபா என்பதாகும். யூஃபோர்பியேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இது இந்தியாவில் இமாசலப் பிரதேசம், உத்திரப்பிரதேசம், அஸ்ஸாம், காஷ்மீர் பகுதிகளில் வளர்கிறது. இதன் தாயகம் மலேயா. இந்தியா தவிர ஃபிரான்ஸ், இத்தாலி, அமெரிக்கா, கலிஃபோர்னியா, ருமேனியா, ஜாவா, கனடா ஆகிய நாடுகளிலும் இது வளர்கிறது. 100 ஆண்டுகள் வரை வாழும் இம்மரம் களர் நிலத்தில் நன்கு வளரும். 750 மி.மீ. மழையளவு உள்ள இடத்தில் கூட நன்கு வளரும்.

அமைப்பு. இம்மரம் சாதாரணமாக 10 மீ. உயரம் வளரும். வளமான நிலத்தில் தகுந்த சூழ்நிலையில் 20 மீ. உயரம் வரையிலும் வளர்கிறது. இந்தப் பசுமை மாறா மரத்தின் கிளைகள் வழவழப்பாக இருக்கும்.

நாட்டு அக்ரூட் *(Aleurites Moluccana)*

1. கிளை 2. பெண்மலர் 3. புறஇதழ்களின் உட்தோற்றம் 4. புறஇதழ்களின் வெளித்தோற்றம் 5. சூலகம் 6 - 8 மகரந்தக் கேசரங்கள் 9. ஆண்மலர் 10. சூல்பையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் 11. சூல்பையின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 12. கனிகள்.

வளர்ந்த மரங்களின் இலைகள் பொதுவாக 10-30 செ.மீ. அளவில் உள்ளன. மஞ்சரி கூட்டுப்பூத்திரள் (panicle) ஆகும். தமிழகத்தின் ஏற்காடு மலைப் பகுதிகளில் காணப்படும் மரத்தில் 10-20செ.மீ. அளவுள்ள இலைகளைக் காணலாம். இலைகள் மாற்றொழுங்கின. இலை மேற்பரப்பு பளபளப்பாயும் கீழ்ப்பரப்பு பொடி தூவியது போன்று பழுப்பாகவும் இருக்கும். ஒரே மஞ்சரிக்கொத்தில் ஆண், பெண் பூக்கள் தனித்தனியாக உள்ளன. ஏற்காட்டில் உள்ள மரத்தில் மஞ்சரி சிறியதாக 10 செ.மீ. நீளத்தில் இருப்பதும் பூக்கள் டிசம்பர்-பிப்ரவரியில் காணப்படுவதும் குறிப்பிடத்தக்கவை. பெரிய, ஒருபால், வெண்ணிறப் பூக்கள் ஓரகம் பெற்றவை.

புல்லி இதழ்கள் சற்றே உருண்டையானவை. ஒழுங்கற்ற இரண்டு அல்லது மூன்று தடுக்கிதழ்களாக வெடித்திருக்கும். ஐந்து அல்லிகள் தெளிவானவை. மகரந்தத்தாள்கள் பல; கம்பிகள் பிரிந்தவை; மகரந்தப்பைகள் நேரானவை. வட்டத்தட்டு பெண் மலரில் ஐந்து சிறிய சுரப்பிகளாக உள்ளது. சூல்பை 2-5 அறைகளைக் கொண்டது. ஒவ்வோர் அறையிலும் ஒரு சூல் மட்டுமுண்டு. சூலகத்தண்டு இரண்டு தடித்த நீண்ட கரங்களைக் கொண்டது. கனி, சப்பையான உள்ஓட்டுச் சதைக்கனி (drupe) ஆகும். இதில் 1-5 அறைகளுண்டு. கனியில் ஒன்று அல்லது இரண்டு கொட்டைகள் இருக்கும். விதைகள் தடித்த மரக்கட்டை போன்ற புறவுறையுடன் இருக்கும். இது அக்ரூட் கொட்டைகளை ஒத்துள்ளமையால் நாட்டு அக்ரூட் எனப் பெயர் வந்தது. முளைசூழ்தசை தடிப்பாகவும் கடினமாகவும் இருக்கும். வித்திலைகள் அகலமாகவும் தட்டையாகவும் காணப்படும்.

வளர்முறை. இதன் கொட்டைகளை நீரில் ஊறவைத்து நாற்றுவிட்டுக் கன்றுகளை எடுத்து நட்டு இனம் பெருக்கலாம். நாக்கு ஒட்டு (whip grafting), முடி ஒட்டு (crown grafting), சில்லொட்டு (patch budding) ஆகிய முறைகள் மூலமாகவும் இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். நட்ட 8-10 ஆண்டுகளில் விளையும். மரத்தின் விளைச்சல் வயது, வகை, வீரியத் தன்மைக்கு ஏற்ப வேறுபடும். இம்மரத்தில் ஆண் பூக்களும், பெண் பூக்களும் தனித்தனியாக உண்டாகின்றன. பெண் பூக்கள் புதிய கிளைகளிலும் ஆண் பூக்கள் முதிர் கிளைகளிலும் உண்டாகின்றன. காற்றின் உதவியால் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறுகிறது.

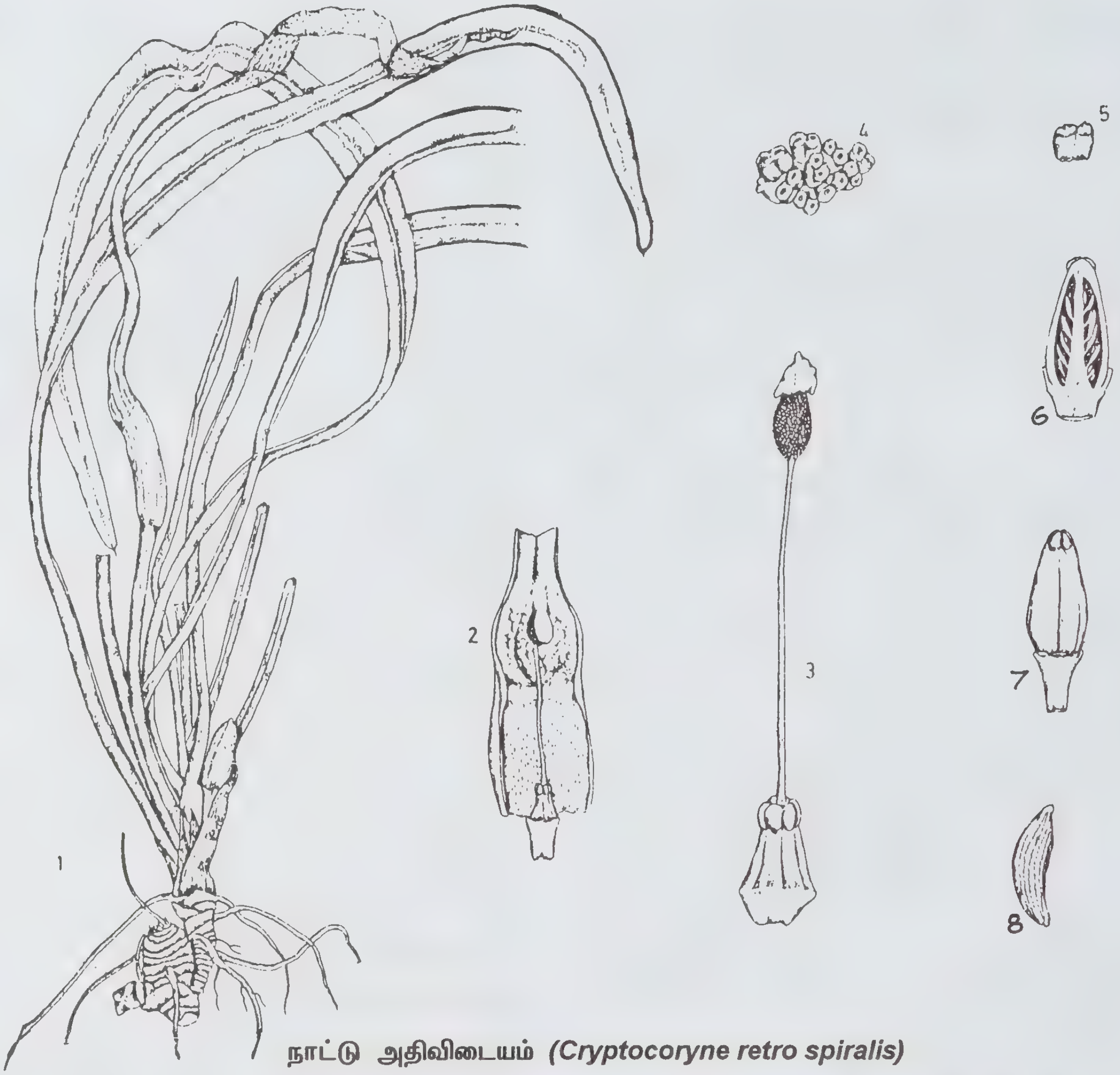
பயன். நாட்டு அக்ரூட் கொட்டையில் 30% பருப்பு ஆகும். பருப்பில் 60% எண்ணெய் அடங்கியுள்ளது. சீன, பிலிப்பைன்ஸ் நாட்டினர் கொட்டையிலிருந்து எண்ணெய் தயாரிக்கின்றனர். இதனை விளக்கு எரிப்பதற்கும், வர்ணம், சோப், வார்னிஷ், மெழுகுவத்தித் தயாரிப்பதற்கும் பயன்படுத்துவதுண்டு. இப்பருப்பை இடித்து உருட்டி மெழுகுவத்தியைப் போல் எரிப்பதால் இம்மரத்தை மெழுகுவத்தி மரம் என்கின்றனர். ஜாவா நாட்டு மக்கள் கொட்டைகளை வறுத்து உள்ளிருக்கும் பருப்பைச் சுவைத்து உண்பர். ஆனால், இப்பருப்பு உடல்நலத்தைக் கெடுக்கும். பிண்ணாக்கு உரமாகப் பயனாகிறது. ஆனால், கால்நடைகளுக்குத் தீவனமாவதில்லை. இதற்குப் பிண்ணாக்கிலுள்ள நச்சுப் பொருள்களே காரணமாகும். இதன் பட்டையில் டேனின் உள்ளது. மரம் எடை குறைவாக உள்ளமையால் காகிதக் குழம்பு, தீக்குச்சி, தேயிலைப் பெட்டி செய்வதற்குப் பயனாகும். இதன் விதைப் பருப்பு, விதை, விதை எண்ணெய் முதலியவை மருந்துக்கு உதவுகின்றன. எண்ணெய் ஒரு பேதி மருந்தாகும். இதன் விதை எண்ணெய் குமட்டல், வயிற்றுவலி முதலிய நோய்களில் உடலைக் குளிரச் செய்யும். பித்த நீரைப் போக்கும். இதை 15-75 கிராம் தரலாம். மலத்துடன் பித்த நீரை மிகுதியாக வெளிப்படுத்தும். விதை அல்லது கனியை இந்த எண்ணெயில் தேய்த்து ஆசனவாயில் செருக, மூலத்தின் வேதனை தணியும். கனிச்சாறு பூச்சிகளைக் கொல்லும். விதைப்பருப்பு மலத்தை இளக்கும். பட்டை,பற்களைத் தூய்மை செய்ய உதவும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நாட்டு அதிவிடையம்

இதற்குக் கிரிப்டோகோரின் ரெட்ரோ ஸ்பைராலிஸ் *(Cryptocoryne retro spiralis)* என்னும் தாவரப் பெயருண்டு. கி. டார்ச்சுவோசா *(C.tortuosa)*, கி.ஹீயுகெலி *(C.huegeli)*, ஆரம் ஸ்பைராலிஸ் *(Arum spiralis)*, ஆம்ப்ரோசினியா ஸ்பைராலிஸ் *(Ambrosinia spiralis)* என்பன இதன் இணை தாவரப் பெயர்கள். இது ஏரேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த நீர்த்தாவரமாகும். இலங்கை, இந்தியக் குளங்களில் இது காணப்படுகிறது. இந்தியாவில் கிழக்கு, மேற்குக் கடற்கரையோரங்களின் தாழ் பகுதிகளில் 1 கி.மீ. உயரம் வரை வளர்ந்திருக்கும். பூக்கள் ஜனவரி-ஏப்ரல் வரை உண்டாகும். கனி,பிப்ரவரி முதல் தோன்றும்.

அமைப்பு. இந்த நீர்த்தாவரத்தின் வேர்க் கட்டை 1.5 செ.மீ. விட்டமுடையது. கூர்நுனி இலைகள் நீண்ட



நாட்டு அதிவிடையம் *(Cryptocoryne retro spiralis)*

1. செடி 2. பெண் மலர்களும் ஆண்மலர்களும் 3. மகரந்தக் கேசரங்கள் 4. மகரந்தப்பை 5. சதைக்கனியின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 6. சதைக்கனியின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் 7. முழுமைபெற்ற கனி 8. விதை.

வடிவிலோ ஈட்டி வடிவிலோ இருக்கும். மஞ்சரித் தண்டு 8 செ.மீ. நீளமானது. பாளை 13 செ.மீ. நீளமானது. அடியிலுள்ள குழல் போன்ற பகுதி 2 செ.மீ. நீளத்திலும் 8 மி.மீ. விட்டத்திலும் அமையும். பாளை மஞ்சரியின் வெளிப்புறம் இளங் கருஞ்சிவப்பு முதல் பசுங்கருஞ்சிவப்பு நிறமாயிருக்கும். உட்புறம் அடர் கருஞ்சிவப்பாயிருக்கும். ஒருபால் மலர்கள், ஓரகம் கொண்டவை. ஆண்மலர்களும், பெண்மலர்களும் ஒன்று மற்றப் பாளை மஞ்சரிப் பகுதியினால் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். பூவுறை இல்லை. எண்ணற்ற ஆண்மலர்கள் ஒன்றுதிரண்டு ஓர் உருளையைத் தோற்றுவித்திருக்கும். மகரந்தத்தாள்கள் 1-2; ஈரறை மகரந்தப்பைகள் காம்பற்றவை. பின் வளைந்த சூலகத்தண்டு குட்டையானது. சூல்கள் பல உண்டு. சதைக்கனி (berry) இரண்டு தடுக்கிதழ்கள் பெற்றிருக்கும். பல விதைகள் நீள் சதுரமாகவும், சொர சொரப்பான புறவுறையுடனும் அமையும்.

பயன். இதன் கிழங்கு வாந்தி, இருமலைக் குணப்படுத்த உதவும். வயது முதிர்ந்தவர்களுக்குக் காய்ச்சல், வயிற்றுக் கோளாறுகளைப் போக்கவும் இது பயன்படுகிறது.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நாட்டுக்கோழி முட்டையும், லெக்ஹார்ன் முட்டையும். கோழிகளை வீடுகளில் வளர்க்கத் தொடங்கிய காலத்திற்கு முன்பிருந்தே முட்டை ஓர் உணவுப் பொருளாக முக்கிய இடத்தைப் பெற்றுள்ளது. பல்வேறு பறவைகளின் முட்டைகள் உணவாகப் பயன்படுத்தப் பட்டாலும் கோழி, வாத்து முட்டைகளே மிகுதியும் பயனில் உள்ளன. முட்டைகளிலுள்ள சத்து இனம், அளவு, வயது ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. வாத்து முட்டைகளில் கோழி முட்டைகளைவிட ஓரளவு புரதமும் கொழுப்பும் மிகுதி. வாத்து முட்டைகளில் மஞ்சள் கரு 35%ம், வெள்ளைக்கரு 53%ம் உள்ளன. கோழி முட்டையில் இவை முறையே 32%, 56% என்னும் அளவில் உள்ளன.

பண்டைக்காலந்தொட்டே வளர்க்கப்படும் தேகி எனப்படும் நாட்டுக்கோழிகள் மிகக் குறைந்த முட்டைகளே இடுகின்றன. ஒருமுறைக்கு 12-15 முட்டைகள் இட்டுப் பின் அடைக்காக்கத் தொடங்குகின்றன. எனவே, ஆண்டிற்கு 80 முட்டைகளுக்கு மேல் இவற்றினின்றும் பெற முடிவதில்லை. ஆனால் மேனாட்டு இனமாகிய லெக்ஹார்ன் கோழிகள் ஆண்டிற்குச் சராசரியாக 240 முட்டைகள் இடக்கூடியவை. தற்போது வளர்க்கப்படும் வீரியக்கோழிகள் ஆண்டிற்கு 280 முட்டைகளுக்கு மேல் இடக்கூடியவை இந்த இனங்கள் அடைக்காக்கக்கூடியவை அல்ல. இவற்றை நல்ல பராமரிப்பு, தீவனம், நோய்த் தடுப்பு ஆகிய முறைகளைக் கையாண்டு வளர்த்தால் பெரும் பயன் பெறலாம்.

நாட்டுக்கோழி முட்டை சத்துள்ளதென்றும் லெக்ஹார்ன் கோழி முட்டையில் அவ்வாறில்லை என்றும் சிலர் கருதுகின்றனர். இதனால் அளவில் சிறிய நாட்டுக்கோழி முட்டை அதிக விலைக்கும் அளவில் பெரிய லெக்ஹார்ன் முட்டை குறைந்த விலைக்கும் விற்கப்படும் நிலையுள்ளது. இதனால் லெக்ஹார்ன் முட்டைகளுக்குப் பழுப்பு ஒட்டு நிறம் வருமாறு செய்யக்கூடிய கலப்பட முறைகளையும் காண நேரிடுகிறது. நாட்டுக்கோழி முட்டைக்கும் லெக்ஹார்ன் கோழி முட்டைக்கும் அளவில் மட்டுமே வேறுபாடுள்ளது. நாட்டுக்கோழி முட்டை 40-45 கிராம் எடையும், லெக்ஹார்ன் கோழி முட்டை 55-60 கிராம் எடையும் பெற்றிருக்கும். இவற்றின் அடிப்படைச் சத்துகளில் எந்த மாற்றமும் இல்லை. ஒரு கோழி முட்டையில் உள்ள சத்துக்களின் இயைபுகள் பின்வருமாறு.

நீர்	:	73.7%
புரதம்	:	12.9%
கொழுப்பு	:	11.5%
கார்போஹைட்ரேட்	:	0.9%
சாம்பல்சத்து	:	1.0%

நாட்டுக்கோழி முட்டை, லெக்ஹார்ன் கோழி முட்டை ஆகிய இரண்டிலும் இவ்வியைபு ஒரே அளவிலேயே உள்ளது. மிகு எடை காரணமாக லெக்ஹார்ன் முட்டையில் வைட்டமின்கள் மிகுந்துள்ளன. இதில் வெள்ளைக்கரு 55.8%, மஞ்சள் கரு 31.9%, ஒடு 12.3% உள்ளன.

நாட்டுக்கோழி முட்டையின் மஞ்சள் கரு அடர் மஞ்சளாக இருக்கும்; லெக்ஹார்ன் கோழி முட்டையின் மஞ்சள் கரு இளமஞ்சள் நிறமாக இருக்கும். இதனால் அதில் சத்து மிகுதியாக இல்லை என்று சிலர் கருதுவர்; இதற்குக் காரணம் வருமாறு: நாட்டுக் கோழிகள் பெரும்பாலும் திறந்த வெளியில் மேய்பவை; இலை, கீரை போன்றவற்றை இயற்கையாகவே உண்டு வாழ்பவை. பசும் இலைகளிலும், கீரைகளிலும் கெரோட்டின், சாந்தோஃபில் போன்றவை உள்ளன. இவை கோழிகளின் குடலில் ஓரளவுக்கு வைட்டமின் A ஆக மாற்றப்படுவதுடன் முட்டைக்கருவிற்கும் ஆழ்ந்த மஞ்சள் நிறத்தினைக் கொடுக்கின்றன. ஆனால், வீடுகளில் வளர்க்கப்படும் லெக்ஹார்ன் கோழிகளுக்குக் கலப்புத் தீவனம் அளிக்கப்படுகிறது. இந்தத் தீவனத்திலேயே அவற்றிற்குத் தேவையான அனைத்து வைட்டமின்களும் கலந்துள்ளன. எனவே, இயற்கையாகவே வைட்டமின் A க்குத் தேவை ஏற்படாததுடன் மஞ்சள் கருவும் அடர் மஞ்சள் நிறம் பெறுவதில்லை. ஆனால், இந்தக் கோழிகளுக்கும் பசுங்கீரைகளை அளித்து, வைட்டமின் பற்றாக்குறை ஏற்படாமல் பாதுகாப்புடன் முட்டைக் கருவின் நிறத்தையும் அதிகரிக்கச் செய்யலாம். குதிரை மசால், சனப்பைக் கீரை, பர்சீம் போன்றவை இதற்கு ஏற்றவை.

- இரா. வசந்தகுமார்

நாட்டுப்புற மருத்துவம்

நாட்டுப்புற மக்கள் தம் வாழ்க்கையில் கையாளும் கிராமப்புற மருத்துவ முறைகளை நாட்டுப்புற மருத்துவம் என்பர். கிராம வழக்கில் நாட்டு மருத்துவம் (Folk medicine), கை மருத்துவம், பாட்டி மருத்துவம், மூலிகை

மருத்துவம் எனப் பல உண்டு. ஆயுர்வேதத்தை மிகப் பழைய மருத்துவமுறை எனக் குறிப்பிட்டாலும் நாட்டுப்புற மக்களாலும், பழங்குடி மக்களாலும் மேற்கொள்ளப்படுகிறது.

மூலிகை, தாது போன்ற பொருள்கள் மருந்தாகும் நிலையை இயற்கை மருத்துவம் என்பர். வயிற்றில் பூச்சி இருந்தால் வேப்பிலைக் கொழுந்தை உண்பர். சீதபேதிக்கு மாதுளைப் பிஞ்சை இடித்துச் சாறு பிழிந்து குடிப்பர். மஞ்சள் காமாலை நோய்க்குக் கீழாநெல்லி, மஞ்சள் கரிசலாங்கண்ணியை அரைத்து மோரில் கலந்து ஒன்பது நாள் சாப்பிட வேண்டும். பல்வலி ஏற்பட்டால் கிராமப்புற மக்கள் நாயுருவியால் பல் விளக்குவர். மூல நோய்க்குத் துத்தி இலை, மஞ்சள் தூள் ஆகியவற்றை நல்லெண்ணெயில் குழைத்து ஆசனத்தில் தடவுவர். பூவாத்தி மூலிகையை அரைத்து வேர்ப்புலா, வெப்புலா, கரும்புலா ஆகியவற்றை நல்லெண்ணெயில் கலக்கிக் குடிப்பர். முள்ளங்கிக் கிழங்கைப் பாலிலிட்டுச் சாப்பிட்டால் மூலம் ஓரளவு குணமாகும். வயிற்றுப்பூச்சி இருந்தால் துளசியும் மிளகையும் சேர்த்துக் காய்ச்சிக் குடிப்பர். வயிற்று உப்பிசத்திற்குச் சீரகமும் வெல்லமும்கலந்து உண்பர். ஆஸ்துமா நோய்க்கு ஆடாதொடை இலையுடன் மிளகு, திப்பிலி கூட்டி உண்ணலாம். முசுமுசுக்கை இலையைச் சுட்டு மிளகைக் கலந்தும் உண்ணலாம்.

மேகநோய்க்குச் செருப்படை மூலிகை அரைத்துக் கொடுப்பர். காது வலிக்குப் பூண்டை வேகவைத்து அதன் சாற்றை காதில் விடுவர். கால் கை (epilepsy) வலிப்புக்குத் தும்பை இலையைக் கசக்கி மூக்கில் விடுவர். மார்பு வலிக்கு முசுமுசுக்கை இலையை அரைத்துக் கொடுப்பர். கபம் கட்டியிருந்தால் துளசிச் சாற்றைக் கொடுப்பர். தாது பெருகப் பாதாம் பருப்பை நனைத்துப் பாலில் கலந்து 48 நாள்கள் உண்ணவேண்டும். எருக்க வேரைச் சுட்டுச் சாம்பலாக்கித் தேனில் கலந்து ஆறு நாள் பூச, நாய்க்கடி நச்சு நீங்கும். வேப்பம் இலைக் கொழுந்தை மோரில் அரைத்துத் தீப்பட்ட புண் மீது பூசுவர். பித்த வெடிப்புக்கு மாசிக்காயை அரைத்துப் பூசுவர். துளசியை மென்று தின்றால் சூதக நோய் தீரும். குன்மத்திற்குப் பிரண்டைச் சாறை உண்பர். கண் நோய்க்கு நந்தியாவட்டையைப் பயன்படுத்துவர். வாழைத்தண்டை நாள்தோறும் இரண்டு வேளை உட்கொண்டால் நீரடைப்பு குணமாகும். பூவரசு மரப்பட்டையைத் தூள் செய்து தேங்காய் எண்ணெயில் குழைத்துப் பூச, சொறி சிரங்கு குணமாகும்.

- சு. சக்திவேல்

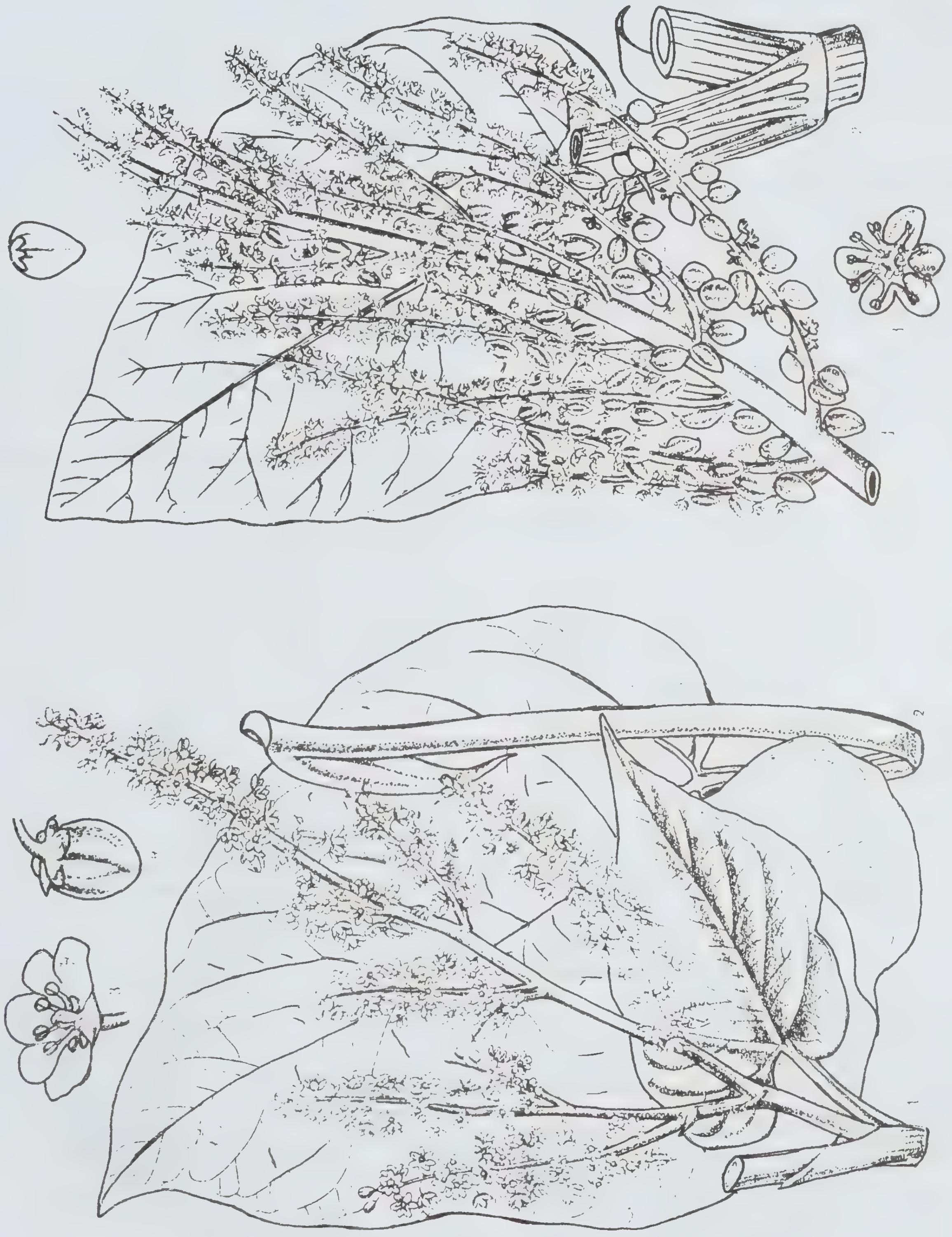
நாட்டு மஞ்சள் சீனக்கிழங்கு

இது நாட்டு இரேவல் சின்னி என்றும் கூறப்படும். இந்திய அல்லது இமலாய ரூபார்ப் (Indian or Himalayan rhubarb) எனப்படும் இதன் தாவரப்பெயர் ரீயம் எமோடி (Rheum emodi) என்பதாகும். பாலிகோனேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இது மருந்துச் செடியாகும். இது இந்தியா, சீனா, துருக்கி, ரஷ்யா ஆகிய நாடுகளில் விளைகிறது. இங்கு விளையும் கிழங்கு சிறந்த மருத்துவக் குணமுடையதாகும். சில இடங்களில் காணப்படும் காட்டுச்செடியிலிருந்து கிழங்குகள் சேகரிக்கப்படுகின்றன.

அமைப்பு. இச்செடி 1.5-3 மீ. உயரம் வளரும். இதன் வேர்கள் தடிப்பாக இருக்கும். இலைகள் நீண்ட காம்புடனும் 60 செ.மீ. குறுக்களவிலும் உள்ளன. இவை வட்டமாகவோ அகன்ற முட்டை அல்லது இதய வடிவமாகவோ உள்ளன. சிறிய பூக்கள் அடர் ஊதா, இளஞ்சிவப்பு நிறத்தில் நீளமாக இருக்கும். பூக்கள் கூட்டுப்பூத்திரளாக (panicle) இலைக் கக்கங்களில் தோன்றும்.

பயிரிடல். இச்செடி வறட்சியைத் தாங்கி வளரும் தன்மை கொண்டது. தண்டுத்துண்டு அல்லது விதை மூலமாக இனப்பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது. தரமான கிழங்குகள் உற்பத்தியாவதற்கு ஆழமான மண்ணுடைய நிலம் தேவைப்படுகிறது. சாகுபடி செய்ய உள்ள நிலத்தில் தொழு உரம் அல்லது மக்கிய எரு இட்டு நன்கு உழுது தண்டுத்துண்டுகளை 1-1.5மீ. இடைவெளி தந்து முன் வசந்தகாலத்தில் நடவேண்டும். தழைப்பகுதி தரைமட்டத்திற்குக் கீழே 10 செ.மீ. இருக்குமாறு நடவு செய்ய வேண்டும். பின்வரும் வசந்த காலத்தில் கிழங்குகள் முளைத்துப் பெருகும். விளைந்த கிழங்குகளும் வேர்களும் செப்டம்பர் மாதத்தில் தோண்டி எடுக்கப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் 3-10 ஆண்டு வயதுடைய செடிகளிலிருந்து கிழங்குகள் எடுக்கப்படுகின்றன. தோண்டிய கிழங்குகளை நீரில் கழுவித் தேவையான அளவில் துண்டு துண்டுகளாக வெட்டிச் சூளையில் வைத்தோ சூரிய ஒளியிலோ உலர்த்த வேண்டும். பின்பு காற்றோட்டமான இடத்தில் சூரிய ஒளி படாதவாறு சேமிக்க வேண்டும்.

பயன். அஸ்ஸாம் மாநிலத்தில் இதன் இலைகளைக் காய்கறியாக உண்கின்றனர். கனிகளும் இலைக்காம்பும் உண்ணத்தக்கவை. இலையிலும், தண்டிலும் ஆக்சாலிக் அமிலமுள்ளது. துணிகளுக்குச் சிவப்பு சாயமேற்றுவதற்கு, வேருடன் ரூபியாச் சிற்றினம், பொட்டாசியம் ஆகியவற்றைச் சேர்த்துப் பயன்படுத்துவதுண்டு.



நாட்டு மஞ்சள் சீனக்கிழங்கு (Rheum emodi)

இதன் பச்சை வேருக்கு மலத்தை இளக்கும் தன்மையும், கசப்புத் தன்மையும் உண்டு. பச்சைவேர் மலச்சிக்கல், பாண்டுரோகம் ஆகிய நோய்களுக்கும் உதவுகிறது. பெண்களின் சோகை, சூலைப்பிடிப்பிற்குச் சிறந்தது. குன்மநோய்க்கும் கொடுக்கலாம். இதை வாதவலி, கால் கை வலிப்பு, யூரிக் அமிலக் கோளாறு, கீல்வாதம் உள்ளவர்களுக்குத் தரக்கூடாது. இவ்வேர்த்தூளைக் கரைத்துக் கால்நடைகளின் மடியின் மீது தெளிக்க மடி தொடர்பான நோய் விலகும். இவ்வேர்த்தூள் பல் தூய்மை செய்யவும் உதவுகிறது.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நாட்பட்ட இமை இணைச் சவ்வு அழற்சி

இந்நோய்நிலையில் அழற்சியின் அறிகுறிகள் நெடுநாள் நீடிக்கும். காலையில் ஓரளவான நீர்ம வெளிப்பாடு இருக்கும். மாலையில் கரடு முரடு தன்மையும் கனமும் உணரப்படுகிறது. இமை இணைச் சவ்வழற்சி அறிகுறிகள் மிகவும் குறைவாகவே காணப்படுகின்றன. ஓரளவு குருதித் திரட்சி காணப்படுகிறது.

மோராக்ஸ்-ஆக்சென்பீல்டு நுண்ணுயிரி நோயை உண்டாக்கலாம் எனக் கருதப்படுகிறது அல்லது கண்ணீர்ப் பை போன்ற இடங்களிலிருந்து மீண்டும் மீண்டும் நோய்ப் பாதிப்பு ஏற்படலாம்.

மருத்துவம். உறுத்தும் அம்சங்களாகிய (புற ஊதாக் கதிர் அல்லது புகை) உடற்கூறு இயல் சார்ந்த அம்சங்கள் (இமை இறக்கம், மூக்கு-கண்ணீர் நாள அடைப்பு), மறுபாதிப்புக் குவியங்கள் (செபோரியாவுடன் இமை அழற்சி) போன்றவற்றைத் தவிர்க்க வேண்டும். நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள், ஸ்டீராய்டுகள் ஆகியவை நல்ல பலனளிக்கின்றன.

- மு.ப. கிருஷ்ணன்

நாட்பட்ட குரல்வளை அழற்சி

பொதுவாகத் தீவிர அழற்சி முற்றிலும் நலமாகாமல் நாட்பட்ட குரல்வளை அழற்சியாக மாறுகிறது.

நோய்க் காரணம். உரத்த குரலுடன் பேசுவதே முக்கிய காரணமாகும். பல் நோய், அடிநா வளர்ச்சி (tonsil), சைனஸ் அழற்சி இவற்றுடன் செருமுவதும் இருமுவதும் குரல்வளையைப் பாதிக்கும். மிகுதியாகப் புகை பிடிப்பதும், மது அருந்துவதும், புகை, தூசி நிறைந்த சூழ்நிலையில் வசிப்பதும், சில மருந்துகளின் ஒவ்வாமையும் காரணமாக அமையலாம்.

குரல்நாண்களின் படலம் சிவந்து, வீங்கிக் கடினமான கட்டியான சளியுடன் காணப்படும். நாண்களை இயக்கும் தசைகளும் செயல்திறன் குன்றிவிடுகின்றன.

அறிகுறிகள். இடைவெளியுடன் கரகரப்பாக இருந்த குரல், முழுமையாகக் கடினமாகிறது. சிலசமயம் குரல் வருவதே இல்லை. இருமலும் தொண்டைப் புண்ணும் மிகுதியாக இருக்கும். இரு நாண்கள் முழுமையும் ஒரே வகையாகப் பாதிக்கப்பட்டிருக்கும்.

மருத்துவம். குரலுக்கு ஓய்வும், பேசும் முறையைச் சீராக்கலும் தேவை. தொண்டைப் புண்ணுக்கு நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பு மருந்து, நீராவியில் மெந்தால் கலந்து சுவாசித்தல், தொண்டைக்கு இதமான இருமல் மருந்துகள் ஆகியவை பலன் தரும்.

குரல் நாண்கள் கடினமாதல் (hypertrophic laryngitis). குரல் நாண் செல்கள் சில பகுதிகளில் உயர்ந்து கடினமாகி, வெண்மையாகக் காணப்படும். இரு நாண்களின் மூன்றில் இரண்டு பகுதி, முக்கியமாக ஆண்களைப் பாதிக்கிறது. குரல் கரகரப்பு மாறுவதே இல்லை. நாண்களின் அசைவும் குறைவதில்லை. புற்றுநோயால் நாண் அசைவு குறையும் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

நாட்பட்ட குரல்வளை அழற்சி

தூக்கிய வெண்படலத்தைப் புற்றுநோயின் முதற்படி அல்லது புற்றுநோயாகக் கருத வேண்டும். சாதாரண மருத்துவத்தால் வெண்படலம் மாறுவதே இல்லை.

மருத்துவம். தொண்டை, வாய் அழற்சியில்லாதவாறு செய்தல் வைட்டமின் மருந்துகள் கொடுத்தல் படலத்தைக் குரல்வளை அகநோக்கி வழியாக உரித்தெடுத்தல் ஆகிய முறைகள் பயனளிக்குமா என ஆய்வு செய்ய வேண்டும். இது புற்றுநோயாக மாறுகிறதா என்று கண்காணித்துத் தேவைப்படின் கோபால்ட் கதிர் செலுத்தலாம் அல்லது குரல்வளையை அறுவை செய்து அகற்றலாம்.

தடித்த குரல் நாண்கள் (pachydermia larynges). நாண்களின் பின்பகுதியில் சவ்வும், சவ்வின் அடிப்பகுதியும் தடித்து அதனால் கனத்த கரகரப்பான குரல் ஏற்படுகிறது. அரிதாகப் போலி நாண்களும், நாண்களின் பின்னிடைப்பகுதியும் தடிப்பதுண்டு. மிகுதியாகப் புகை பிடித்தல், மது அருந்துதல் ஆகியவை காரணமாகலாம். இவை சதையாகவோ, புற்று நோயாகவோ மாறுவதில்லை. ஒரு குரல் நாண் மட்டும் கடினமாக இருந்தால், அது புற்றுநோயாக மாறுகிறதா என்று கண்காணித்து வரவேண்டும்.

- டி.எம். பரமேஸ்வரன்

நாடாப்புழு

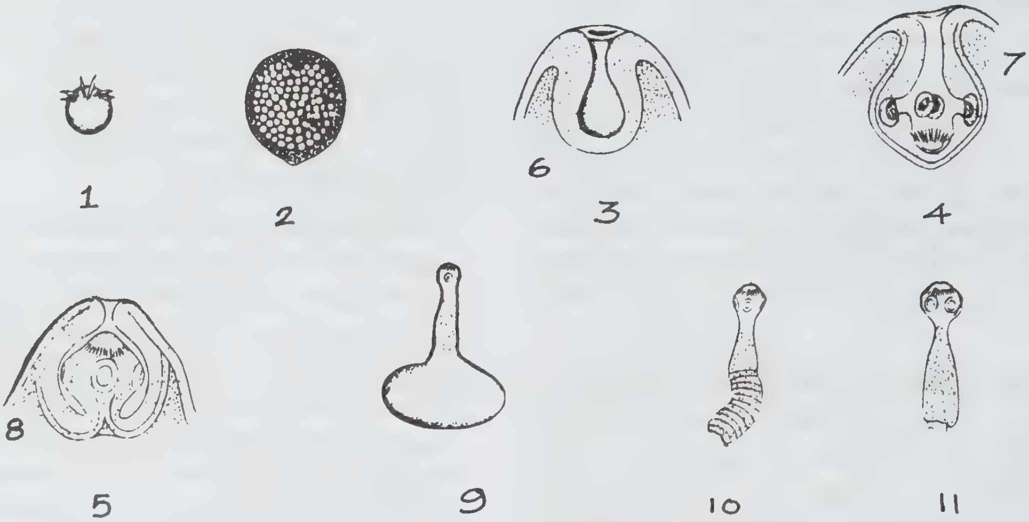
முதுகெலும்பற்றவையில் செஸ்டோடா வகுப்பைச் சேர்ந்த தட்டைப்புழு (tape worm) பொதுவாக நாடாப்புழு எனப்படும். இது முதுகெலும்பிகளின் உடற்குழி, குடல் ஆகியவற்றில் அகஒட்டுண்ணியாக வாழ்கிறது. இதன் உடல் தட்டையாக, நாடா போன்று வெண்ணிறத்திலோ, இள மஞ்சள் நிறத்திலோ உள்ளது. மேல்தோல் அற்ற இவ்விலங்கு தடித்த புறவுறையைப் பெற்றுள்ளது. உடலின் மேற்பரப்பில் மற்றவகைத் தட்டைப் புழுவைப் போல் குறு இழைகள் காணப்படுவதில்லை. இளவுயிரி (larva) நிலையில் காணப்படும் குறு இழையுடைய மேற்புறத்தோல் முதிர்உயிரி நிலையில் மறைந்துவிடுகிறது. தடித்த புறவுறை மட்டுமே எஞ்சுகிறது. புறவுறை தடித்த மூன்று அடுக்குகளால் ஆனது. புறவுறைக்குக் கீழே நீளத்தசையும் அதற்குக் கீழே தடிமனான சுற்றுத்தசையும் உள்ளன. சுற்றுத்தசை உடல் மருங்குகளில் தொடர்பற்றுக் காணப்படும்.

உடல் நீளம் நாடாப்புழுவின் இனத்திற்கு ஏற்ப 1-12 மி.மீ. வேறுபடுகிறது. சில புழு இனங்களைத் தவிர, பெரும்பான்மையான நாடாப்புழு இனங்களின் உடலில் 4-4000 கண்டங்கள் (segments) உள்ளன. சில நாடாப்புழுக்களின் உடலில் கணுக்கள் (proglottides) காணப்படுவதில்லை. இவ்வகை நாடாப்புழுக்கள் மோனோசோவா என்னும் பிரிவைச் சேர்ந்தவை. மீசோசோவா இனங்களைச் சேர்ந்த நாடாப்புழுக்களுக்கு உடற்கணுக்கள் உண்டு.

நாடாப்புழுவின் உடல், தலைக்குமிழ் (scolex), கழுத்து, கணுத்தொடர் என்னும் மூன்று பகுதிகளாக அமைந்துள்ளது. தலைக்குமிழ் ஒட்டுறுப்பாகச் செயல்படுகிறது. இப்பகுதியில் கொக்கிகளும் ஒட்டுறுப்புகளும் உள்ளன. கொக்கிகள் வட்டமாகவும் வரிசையாகவும் அமைந்துள்ளன. இக்கொக்கிகள் மற்றும் ஒட்டுறுப்புகளின் உதவியால் இப்புழு விருந்தோம்பியின் உடலில் ஒட்டிக்கொண்டு வாழ்க்கை நடத்துகிறது. தலைப்பகுதியில் கழிவுநீக்கக் குழாய்களும் நரம்பு மண்டலத்தின் மையப் பகுதியான மூளையும், நரம்புகளும் உள்ளன.

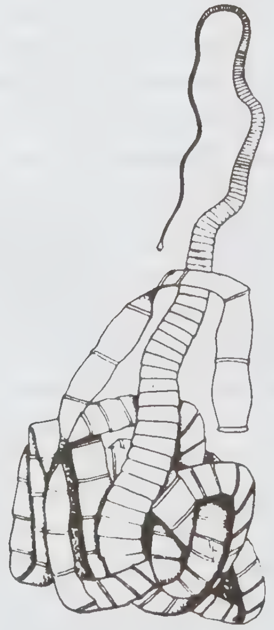
கழுத்துப்பகுதி மிகக் குறுகிய சிறிய பகுதியாகும். இதன் பின் மூளையிலிருந்து புதிய கணுக்கள் தோன்றுகின்றன. இதனைக் கணுவாக்கம் அல்லது கணுத்தொடர்ப் பெருக்கம் (strobilization) எனக் கூறுவர். உடலின் பின்நுனியில் முதிர் கணுக்கள் உள்ளன. பல இனங்களைச் சேர்ந்த நாடாப்புழுக்கள் முதிர்ந்த கணுக்களை உதிர்க்கின்றன. இவை கணு உதிர் நாடாப்புழுக்கள் எனப்படும். வேறு சிலவகை நாடாப்புழுக்கள் கணுக்களை உதிர்ப்பதில்லை. இவற்றைக் கணு உதிர்க்கா நாடாப்புழுக்கள் என்பர்.

நாடாப்புழுவில் உள்ளுறுப்புகளுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளி, பாரன்கைமா (parenchyma) எனப்படும் இடைநுழைத்திசுவினால் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. இப்புழுக்கள் வாயற்றவை. செரிமான மண்டலமும் இல்லை. தோலின் மூலம் உணவு உள்ளேற்கப்படுகிறது. நாடாப்புழுவின் உடலில் ஊடுகலப்பு ஒழுங்குபடுத்து மண்டலம் உள்ளது. இது உடலிலுள்ள நீர்மம் சார்ந்த அழுத்தத்தைச் சமநிலையில் வைத்து ஒழுங்கு படுத்துகிறது. கழிவுநீக்க உறுப்புகளே இப்பணியையும் செய்கின்றன. முன்னோடி நுண்சிறுநீரகங்கள் (protonephridia) கழிவுநீக்க உறுப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன. நாடாப்புழுக்களில் சுவாச உறுப்புகளும் உணர் உறுப்புகளும் இல்லை. நரம்பு மண்டலம் ஓரிணை நரம்பணுத் திரள்களையும் ஓரிணை நீளவாட்ட மருங்கு நரம்பு வடங்களையும் பெற்றுள்ளது.



தட்டைப்புழுவின் வளர் நிலை

1. ஆறு கொக்கியுடைய கரு 2. உருளைப்புழுவின் **(Taen ia)** தொடக்கப்பருவம் 3,4,5 உருளைப்புழுவின் தலைப்பகுதியின் தோற்றம் 6. கொக்கிக்கும் உறிஞ்சிக்கும் முன்புறமுள்ள உறையின் வளர்ச்சி 7. கொக்கியும் உறிஞ்சியும் தோன்றிய பின் காணப்படும் நிலை 8. பகுதியான உறுப்பு மாற்றம் 9. உருளைப்புழுவின் **(T.)** முழு உறுப்பு மாற்றம் 10. உருளைப்புழுவின் **(T.serrata)** தலை 11. இளம் உருளைப்புழு **(T.serrate)**



டீனியா சோலியம்

டீனியா சோலியத்தின் தலை

நாடாப்புழு

டையோகோசெஸ்டஸ் என்னும் பேரினத்தைத் தவிர ஏனைய நாடாப்புழுக்கள் அனைத்தும் இரு பாலிகளாகும். இனப்பெருக்க உறுப்புகள் இடைநுழைத் திசுக்களிலிருந்து தோன்றுகின்றன. பொதுவாக ஒவ்வொரு கணுவிலும் ஒரு முழுத்தொகுதி **(set)** இனப்பெருக்க உறுப்புகள் உள்ளன. ஆனால், சில நாடாப்புழு வகைகளில் ஒரு கணுவில் இரண்டு முழுத்தொகுதி இனப்பெருக்க உறுப்புகள் உள்ளன. இவ்வினப்பெருக்க உறுப்புகள் இருபக்கச் சமச்சீர் முறையில் அமைந்துள்ளன. சினையகம் பல மடல்களாகக் காணப்படுகிறது. கருவுணவுச் சுரப்பிகள் நுண்ணறைகளுடன் நெருக்கமாக, நீள் உருளை வடிவில் உள்ளன. பொதுவாகக் கணுக்களுக்கிடையில் விந்துமாற்றம் ஏற்பட்டுத் தற்கருவுருதல் நடைபெறுகிறது. சில வேளைகளில் ஒரே கணுவின் உள்ளேயும் தற்கருவுருதல் நடைபெறுகிறது. கருவுறுதலுக்குப்பின் கொக்கி உருண்டை இளவுயிரி தோன்றுகிறது. இது நாடாப்புழுக்களில் மட்டுமே காணப்படுகிறது. ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட இடைநிலை ஓம்புயிரிகள் உள்ளன. எனவே, இவை பல்வேறுபட்ட வாழ்க்கைச் சுழற்சியைக் கொண்டுள்ளன.

சில புழுக்களில் பாலிலா இனப்பெருக்கமும் இழப்பு மீட்டலும் நடைபெறுகிறது. சூடோபில்லிடியம் பிளியோசெர்க்காய்டு *(Pseudophyllidium pleuocercoid)* என்னும் புழு, துண்டாதல் முறையில் பல துண்டுகளாகப் பிரிந்து ஒவ்வொரு துண்டும் தலைப்பகுதியை மீண்டும் தோற்றுவித்துக் கொண்டு ஒரு புதிய உயிரியாகிறது. எக்கைனோகாக்கஸ் கிரானுலோசஸ் ***(Echinococcus granulosus)*** என்னும் புழுவில் பெற்றோர்ப் பை உறையிலிருந்து *(parent cyst)* சேய்ப்பை உறைகள் *(daugher cyst)* புறப்பிதுக்கப்பைகளாகவும் *(exogenous cyst)* அகப்பிதுக்கப்பைகளாகவும் *(endogenous cyst)* பல புதிய பை உறைகள் தோன்றுகின்றன.

வகைப்பாடு. உடற்கணுக்களற்ற நாடாப்புழுக்கள் செஸ்டோடேரியா என்னும் உள்வகுப்பைச் சேர்ந்தவை.

இவற்றின் உடலில் பிரிவுகள் எவையும் இல்லை. தலைப்பகுதியும் கிடையாது. ஒவ்வொரு புழுவிலும் ஒரு தொகுதி இனப்பெருக்க உறுப்புகள் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. இளவுயிரிகளில் பத்துக் கொக்கிகள் காணப்படுகின்றன. எனவே, அவை பத்துக் கொக்கி வளர்கருக்கள் *(decacanth embryos)* எனப்படுகின்றன. இந்த உள்வகுப்பு ஆம்பிலயனிடியா, கைரோ காட்டிலிடியா என்னும் இரு வரிசைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

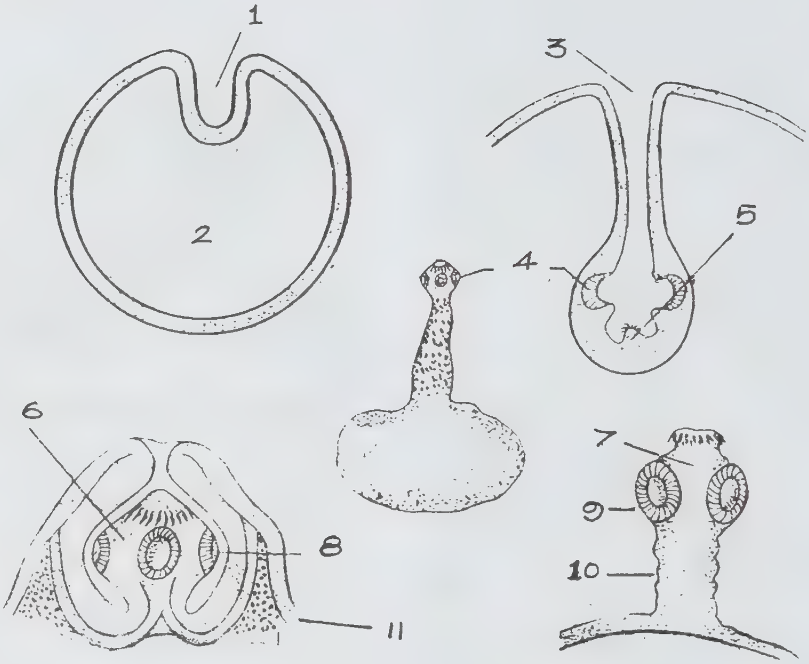
நீண்ட, பல கணுக்களையுடைய பெரிய நாடாப்புழுக்கள் யூசெஸ்டோடா என்னும் உள்வகுப்பைச் சேர்ந்தவை. உடல், தலைப்பகுதி, கழுத்து, கணுத்தொடர் என்னும் 3 பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. உடலின் முன்முனையான தலைக்குமிழ்ப் பகுதியில் ஒட்டுறுப்புகளும், கொக்கிகளும் உள்ளன. ஒவ்வொரு கணுவிலும் ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட இனப்பெருக்க உறுப்புத்தொகுதிகள் உள்ளன. இப்புழுக்களின் இளவுயிரி 6 கொக்கிகள் பெற்றுள்ளது. எனவே, இது அறுகொக்கி வளர்கரு **(hexacanth embryos)** எனப்படும். இதன் உள்வகுப்பு 9 வரிசைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

மனிதனின் உடலில் காணப்படும் ஒட்டுண்ணி நாடாப்புழுக்கள்

டீனியா சோலியம் *(Taenia solium).* இப்புழு பன்றியிறைச்சி நாடாப்புழு எனப்படுகிறது. பன்றி இறைச்சி உண்ணும் மனிதனின் சிறுகுடலில் இது அக ஒட்டுண்ணியாக வாழ்கிறது. இது 3-5 மீ. நீளமுடையது. ஏறத்தாழ 800 கணுக்களுடையது. ஒரு மனிதனின் குடலில் இப்புழுக்கள் மிகுந்திருப்பின் உணவுப்பாதை அடைப்பட்டுப் போகும். குடற்புண், வயிற்றுவலி, அளவுக்கதிகமான பசி, வயிற்றுப்போக்கு, மந்தநிலை, நரம்புநோய், உடல்நடுக்கம், வலிப்பு, குமட்டல் உணர்வு, கைகால் வலிப்பு போன்றவை உண்டாகும். உடல் வளர்ச்சி பாதிக்கப்பட்டு, உடல் எடையிழப்பும் உண்டாகும்.

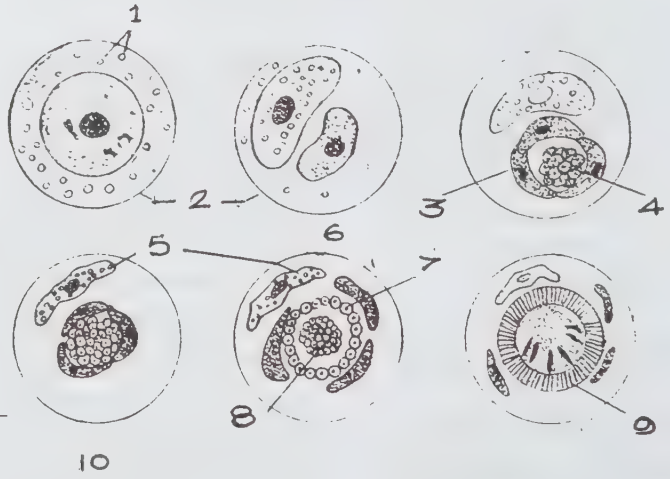
டீனியா சாஜினேட்டா (Taenia saginatta). மாட்டிறைச்சி நாடாப்புழு எனப்படும் இப்புழு மாட்டிறைச்சி உண்ணும் மனிதர்களின் உடலில் காணப்படுகிறது. டீனியா சோலியத்தினால் விளையும் நோய்கள் அனைத்தும் இப்புழுவாலும் ஏற்படுகின்றன. உடலமைப்பில் டீனியா சோலியத்தை ஒத்திருப்பினும் இதன் தலைப்பகுதியில் கொக்கிகள் இல்லை.

டைபோத்திரியோசெஃபாலஸ் லேட்டம் (Dibothriocephalus lattum). மீன் நாடாப்புழு எனப்படும் இது மிகுந்த தீங்கு விளைவிக்கக்கூடியது. இது மனிதனை நிலையான விருந்தோம்பியாக்கிக் கொண்டுள்ள பெரிய நாடாப்புழுவாகும். மனிதர்களின் சிறுகுடலில் வாழும் இந்த ஒட்டுண்ணி பூனை, நாய், துருவக்கரடி, சீல், கடற்சிங்கம் போன்ற விலங்குகளிலும் ஒட்டுண்ணி வாழ்க்கை நடத்துகிறது. ஏறக்குறைய 10மீ. நீளமுடைய இப்புழுவை அகல நாடாப்புழு என்றும் குறிப்பிடுவர். சைக்கிளாப்ஸ் என்னும் கணுக்காலியும், மீனும் இந் நாடாப்புழுவின் இடைநிலை ஓம்புயிரிகளாக உள்ளன.



1. உட்குழி
2. பை
3. ஆழ்உட்குழி
4, 8, 9 உறிஞ்சி
5. முன் முகிழ்ப்பு
6, 7 முகிழ்ப்பு
10. கழுத்து
11. பைச்சுவர்

டீனியாசோலியத்தின் படிநிலைகள்

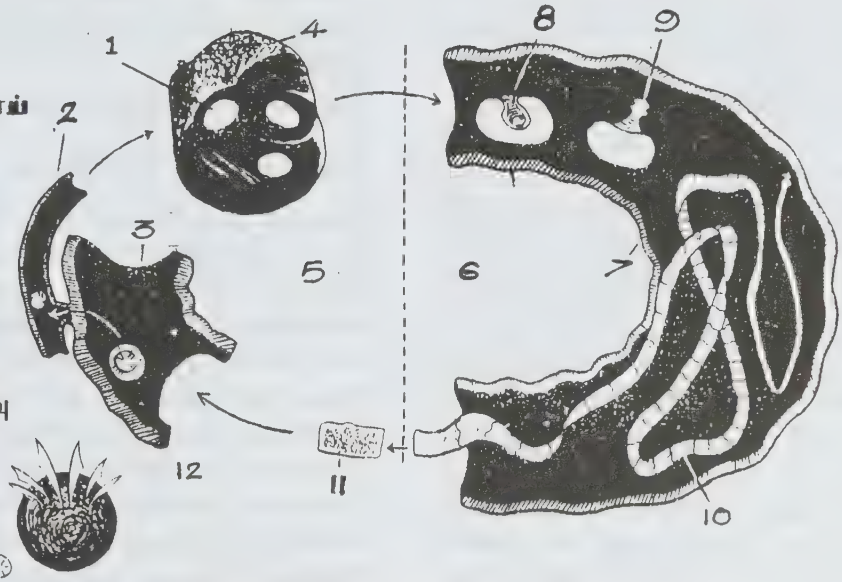


1. கரு உணவு
2. முட்டை ஓடு
3. பெரிய செல்
4. இளவுயிரி
5. கருவுற்ற முட்டை
6. இரு செல்கள்
7. வெளி உறை
8. உட்பரப்பு
9. அறுவகைப் பகுப்பு
10. முதிரி

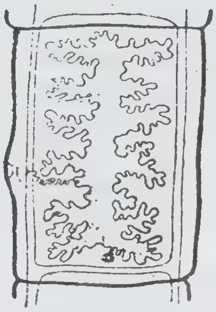
டீனியா சோலியத்தின் வளர்ச்சி

நாடாப்புழு

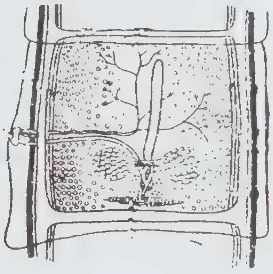
1. புழு
2. குருதிக்குழாய்
3. குடல்
4, 7 பன்றி
5. பசு
6. மனிதன்
8. உட்குழிவு
9. மேல் குழிவு
10. முதிர் புழு
11. முதிரி
12. அறுவகை



டீனியா சோலியத்தின் வாழ்க்கைச் சுற்று

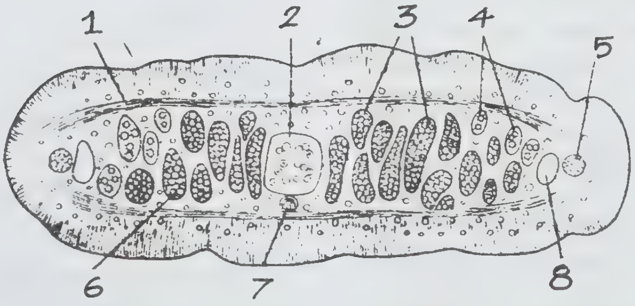


நன்கு முதிர்ந்தது



முதிரும் நிலை

1. வட்டத் தசைகள்
2. கலவி உறுப்பு
3. 6 சூல் உறுப்பு
4. விந்தகம்
5. பக்க நரம்பு நாண்
7. சூல் சுரப்பி
8. நீள் வெளியேற்றும் குழாய்



தட்டைப்புழுவின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்

இப்புழு போத்திரியோசெபாலஸ் குருதிச்சோகை நோயினையும் எரித்ரோபீனியா என்னும் நோயினையும் குருதிக் கசிவினையும் உண்டாக்குகிறது.

ரைலைட்டைனா (Raillietina). புறாக்களிலும், கோழிகளிலும் காணப்படும் இத்தட்டைப்புழு மனிதர்களையும் தொற்றிக் கொள்வதுண்டு. 24-40 செ.மீ. நீளமுடைய இதன் உடலில் கழுத்துப்பகுதி இல்லை. ஏனைய பகுதிகளாகிய தலைக்குமிழ்ப் பகுதியும் கணுத்தொடரும் உள்ளன. 500-700 கணுக்கள் பெற்றுள்ளது. தலைக்குமிழில் நெருங்கி அமைந்த ஒட்டுறுப்புகள் நான்கும், இருவரிசையாக அமைந்த கொக்கிகளுடைய மெத்தை போன்ற உறுப்பும் காணப்படுகின்றன. எலும்புகளும் ஈக்களும் இடைநிலை ஓம்புயிரிகளாகச் செயல்படுகின்றன.

டைஃபில்லிடியம் கேனினம் (Diphyllidium caninum) பொதுவாகப் பூனைகளிலும் நாய்களிலும் காணப்படும் இப்புழு குழந்தைகளையும் தொற்றுவதுண்டு. இப்புழு ஏறத்தாழ 25 செமீ. நீளமுடையது. கொக்கிகள் 4 வரிசைகளில் காணப்படுகின்றன. நாய்த்தெள்ளுப் பூச்சிகள் இடைநிலை விருந்தோம்பிகளாகச் செயல்படுகின்றன. இப்புழு ஓம்புயிரிக்கு மிகுதியும் தீங்கு விளைவிப்பது இல்லை.

ஹைமனோலெப்பிஸ் நானா (Hymenolepis nana). மனிதனின் குடலில் ஒட்டுண்ணியாக வாழும் இப்புழு மிகவும் சிறியது. உடல் நீளம் 2-4 செ.மீட்டரே உள்ளமையால் இது குட்டை நாடாப்புழு எனப்படுகிறது. ராஸ்டெல்லத்தில் ஒரு வரிசையில் 20-30 கொக்கிகள் அமைந்துள்ளன. இதன் வாழ்க்கைச் சுழற்சி எளிமையானது. பொதுவாக இடைநிலை ஓம்புயிரிகள் இராவிடினும், தெள்ளுப் பூச்சிகளும் வண்டுகளும் இடைநிலை ஓம்புயிரிகளாகச் செயல்படுகின்றன. நரம்பு நோய்களையும், வயிற்று வலியினையும், வயிற்றுப் போக்கினையும் இது ஏற்படுத்துகிறது.

எக்கைனோகாக்கஸ் கிரானுலோசஸ். பெரும்பாலும் நாய்களின் சிறுகுடலில் இது ஒட்டுண்ணியாக வாழ்ந்தாலும், பூனை, ஓநாய், குள்ளநரி போன்ற ஏனைய ஊனுண்ணிகளிலும் காணப்படும். இப்புழு மனிதனையும் தொற்றிக் கொள்வதுண்டு. மிகவும் சிறிய இதன் நீளம் 2-8 மி.மீட்டரேயாகும். ராஸ்டெல்லத்தின் இரு வரிசைகளில் 28-50 கொக்கிகள் உள்ளன. இளவுயிரிகள் பை உறைகளை உண்டாக்கி நோய் நீர்ப் பையுறைகள் ஆகின்றன. இதனால் ஏற்படும் நோய்க்கு நீர்த்தேக்கப்பை நோய் என்று பெயர். இந்நோயால் எலும்புத்திசு வலிமை குன்றும்; கல்லீரல் வீக்கம், வாந்தி, சீதபேதி, வயிற்றுவலி ஆகிய நோய்க்குறிகள் தோன்றும்.

இப்பை உறைகள் மூளையிலும், கண்ணிலும் தோன்றினால் உயிர்க்குத் தீங்கு நேரக்கூடும்.

- மல்லிகா முருகையன்

துணைநூல். T.J. Parker and et.al., *A Text Book of Zoology*, Seventh Edition, Mac Millan and Company, London, 1972.

நாடித் துடிப்பு (கால்நடை)

இதயத்திலிருந்து குருதி தமனிக்குச் செல்லும்போது தமனியில் ஏற்படும் துடிப்புக்கு நாடித்துடிப்பு என்று பெயர். தமனி முழுவதும் முன்பே குருதி நிரம்பியிருக்கும். இதயம் சுருங்கும்போது குருதி கூடுதலாகத் தமனிக்குச் செல்லும். தமனி விரிவடைந்து முன்னுள்ள குருதி முன்னே தமனியிலும், கிளைகளிலும் செல்கிறது. தமனி விரிவடைந்து அதுபோல் தமனியிலும், அதன் கிளைகளிலும் செல்லும். தோலுக்கு அருகிலுள்ள தமனியில் விரல்களை வைத்தால் நாடித் துடிப்பு தெரியவரும். நாடித்துடிப்பு சில காரணங்களால் வேறுபடும். காய்ச்சலில் இருக்கும்போது நாடித்துடிப்பு மிகுதியாகவும் சோகையாய் இருக்கும்போது நாடித்துடிப்பு குறைவாகவும் இருக்கும். நோய்களைப் பொறுத்தும் தட்பவெப்ப மாறுதலைப் பொறுத்தும் நாடித்துடிப்பின் மாறுதல் ஏற்படும். தூக்கம், மயக்கம் ஆகிய நிலைகளில் நாடித்துடிப்பின் அளவு குறையும். குதிரையில் அதன் கீழ்த்தாடையிலும், மாட்டின் கீழ்த்தாடையிலும், வாலின் அடிப்பகுதியிலும், ஆட்டிற்கும், பன்றியிலும் தாடையின் உட்பக்கத்திலும், நாயின் தொடையின் உட்பக்கத்திலும் நாடித்துடிப்பை அறியலாம்.

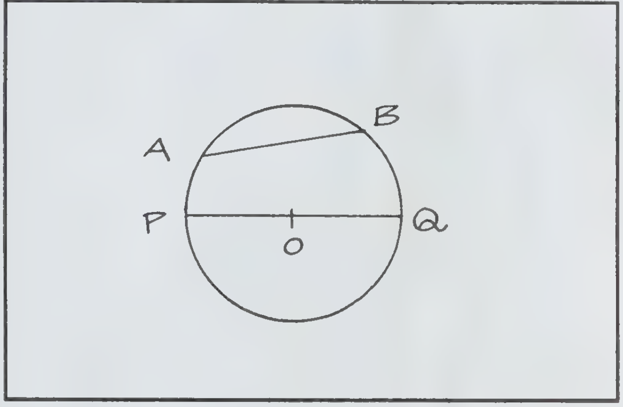
இனங்கள்	நிமிடம் / நாடித்துடிப்பு
குதிரை	36 - 42
மாடு	45 - 50
ஆடு	70 - 80
பன்றி	70 - 80
நாய்	90 - 100
பூனை	100 - 120
யானை	25 - 28
ஒட்டகம்	28 - 32
மான்	60 - 65
சுண்டெலி	130 - 150

இனங்கள் சிறிய அளவாய் இருக்கும்போது நாடித் துடிப்பின் எண்ணிக்கை மிகுந்திருக்கும்.

- தே. வெ. நித்தியானந்தம்

நாண்

வட்டவரை (circumference), வளைவரை (curve) ஆகியவற்றின் மேல் இருமுனைகளும் அமையுமாறு வரையப்படும் கோடுகள், நாண்கள் (chords) ஆகும். AB, PQ வட்டத்தின் நாண்களாகும்.



வட்ட மையத்தின் வழியே செல்லும் நாண், வட்ட நாண்களிலேயே மிக நீளமானதாகும். விட்டம் (dia meter) எனக் குறிப்பிடப்படும் இந்நாண் வட்டத்தை இரு சமபகுதிகளாக, அரைவட்டங்களாகப் பிரிக்கிறது. பொதுவாக ஒரு நாணினால், ஒரு வட்டவரை இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படும்போது அவை வில் (arc) பகுதிகள் எனப்படும். வட்டத்திலுள்ள எந்தவொரு நாணின் மையக் குத்துக்கோடும் (perpendicular bisector) வட்டத்தின் மையம் வழியே செல்லும்.

- பங்கஜம் கணேசன்

நாண்ட்ரலோன்

புரதத்தினுள் அமினோ அமிலத்தை இணைப்பது, RNA இல் பாலிமெரேஸ் நடவடிக்கையை இணைப்பது போன்ற டெஸ்டோஸ்டீரோனின் வளர்ச்சி ஊக்கி நடவடிக்கைகள் எலும்புத் தசைகளில் காணப்படுகின்றன. எனினும் ஆண்களில், திட்டவட்டமான வளர்ச்சி ஊக்கி விளைவுகளைப் பற்றிக் கூற இயலவில்லை.

சிறப்பான திசுக்களில் நேரடியான வளர்ச்சி ஊக்கி விளைவுகளைத் தவிர, குளுகோகார்டிகாய்டின் புரதச் சிதைவுப் பணியை அவை எதிர்க்கின்றன. ஆகவே, குளுகோகார்டிகாய்டுகளின் சிதைமாற்றத்தை எதிர்ப்பதன் மூலம் ஆண்ட்ரோஜன்கள் வளர்ச்சி ஊக்கியைத் தூண்டுகின்றன.

புரத வளர் மாற்றத்திலிருந்து ஆண்மைத் தன வீரிய ஊக்குவிப்பு வரையான வினைகளைக் கொண்ட ஆண்ட்ரோஜன் தயாரிப்புகள் 19 நார்டெஸ்டோஸ்டீரான் விளைபொருள்களாகும். அவை நாண்ட்ரலோன், பென்புரோபியோனேட் (0.75-1 மி.கி / கி.கி வாரம் ஒருமுறை தசை ஊசியாக), நாண்ட்ரலோன் டிகானோலேட் (1.0 மி.கி - 2 மி.கி/கி.கி தசைஊசியாக வாரமொருமுறை ஆக்சாண்ட்ரலோன் 0.1/0.2 மி.கி./கி.கி. நாளும் மாத்திரையாக). வளர்ச்சி குன்றிக் குட்டையாக உள்ளவர்களுக்கு நீண்ட எலும்புகளின் வளர்ச்சிக்கு மேற்கூறிய மருந்துகள் பலனளிக்கின்றன. சிறுநீரகங்கள் மூலம் பெருமளவில் புரத இழப்பு நிகழும். சிறுநீரக நோயியத்திலும் (urinal syndrome) இந்த மருந்துகள் பலனளிக்கின்றன. அறுவைக்குப் பிறகு பலவீனமான நோயாளிகளுக்கும், தீப்புண்களால் பாதிக்கப் பட்டவர்களுக்கும், முதிராக் குழந்தைகளுக்கும், புரத வளர்ச்சி ஊக்கி ஆண்ட்ரோஜன்கள் பலனளிக்கின்றன. நாண்ட்ரலோன் பென்புரோபியோனேட் (20-50 மி.கி. வாரமொருமுறை தசை ஊசியாக) அல்லது நார்எதெண்ட்ரோலோன் (25 கி.கி. தசை ஊசியாக நாளும்) ஆகியவையே பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை வளர்ச்சியை ஊக்குவிப்பதுடன் ஒரு தெம்பை உண்டாக்கி, பசியை அதிகரிக்கின்றன. இருந்தபோதிலும், மேற்கூறிய நோய் நிலைகளைச் சரிசெய்வதில் இவை பலனளிக்கவில்லை.

- அ. கதிரேசன்

நாணல்

பொதுவாக உயர்ந்த மெல்லிய தண்டுடைய பல்வகைப் புல்களுக்கு நாணல் என்னும் பெயரே வழங்கப்படுகிறது. சில சமயங்களில் வைக்கோல் கூட இங்கிலாந்தில் நாணல் எனப்படுகிறது. இவற்றின் தண்டுகள் கணு, கணுவிடை எனத் தெளிவாகப் பாகுபடுத்தப்பட்டிருக்கும். கணுவின் இணைப்புகள் தெளிவாகத் தெரியும். தண்டு மெல்லியதாக உடையும் தன்மையுடனிருக்கும். மூங்கிலைக்கூட இவ்வகையில் சேர்க்கின்றன. தண்டின் தக்கைப் பகுதியிலுள்ள திசுக்களை நீக்கினால் இது உள்ளீடற்ற ஒன்றோடொன்று இணைந்த குழல் போல் தோற்றமளிக்கும். இக்குழல் பகுதிகளே புல்லாங்குழல் போன்ற இசைக்கருவிகள் செய்யப் பயன்படுகின்றன.

நாணல் வகைப் புற்கள் மிதவெப்ப மற்றும் வெப்ப நாட்டுப் பகுதிகள் அனைத்திலும் வளர்கின்றன. செவ்விந்தியர்கள் பல்வேறு நாணல் புற்களின் வேர், தளிர்

நாணல் (Saccharum spontaneum)

1. நாணல் புல் 2. இலைப்பரப்படிச் செதில் 3. முழுமையான கூட்டுப்பூத்திரள் மஞ்சரி 4. மஞ்சரியின் ஒரு பகுதி 5. கீழ்ப்பக்க முன் உமிச்செதில் 6. பின் உமிச்செதில் 7. மேல்பக்க முன் உமிச்செதில் 8. கீழ் உமி 9. பின் உமிச்செதில் (மேல்பக்கம்) 10. மேல் உமிச்செதில் **(palea)** 11. மேல் உமி 12. தூவி 13. சூலகம்.

நாணல் (Saccharum spontaneum)

இலை, தண்டு ஆகியவற்றை உணவாகப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

தமிழ்நாட்டில் இரு வெவ்வேறு புற்களை நாணல் என்னும் பெயரில் குறிப்பர். சிலர் சக்காரம் ஸ்பான்டேனியம் (*Saccharum spontaneum*) என்பதையும், சிலர் ஆக்லாண்ட்ரா டிரவாங்கோரிகா (Ochlandra travancorica) என்பதையும் நாணல் என்கின்றனர். இரண்டும் புல் வகையைச் சேர்ந்தவையே. நாணல் என்பது புல் குடும்பமான போயேசியைச் சேர்ந்ததாகும். இதில் முதல் வகை கடல் மட்டத்திலும், 1.5 கி.மீ. உயரமுள்ள பகுதிகளிலும் வளரும் தன்மையுடையது. இரண்டாம் வகை கடல் மட்டத்தில் காணப்பட்டாலும் பெரும்பாலும் பசுமை மாறாக்காடுகளில் அடர்த்தியாக வளர்ந்து நீண்ட பரப்பில் தழைத்தோங்கியிருக்கும்.

சக்காரம் ஸ்பான்டேனியம். தண்டு பொதுவாக 2 மீ. உயரம் வளரும். அரிதாக 3 மீ. உயரம் கூட வளரலாம். தடித்த வேர்க் கிழங்கினைக் கொண்டிருக்கும். தண்டு குறுக்குவெட்டில் 8-10 மி.மீ. விட்டமுடையது. கணுக்களில் மெழுகுப் படலம் இருக்கும். இலைகள் அகலம் குறுகி நீளமாகச் செங்குத்தாக வளர்ந்திருக்கும். விளிம்புகள் மேற்புறமாகச் சுருண்டிருக்கும். இலையுறை 20 செ.மீ. நீளமிருக்கும். உறைப்பகுதி தூவிகளற்றும் வாய்ப்பகுதி நெருக்கமான தூவிகளுடனுமிருக்கும். இலைப்பரப்படிச் செதில் மெல்லிய உறை போன்றது.

மலர்கள் கூட்டுப்பூத்திரள் (panicle) மஞ்சரியில் அமைந்துள்ளன. மிக நீளமான மஞ்சரி, பட்டுப் போன்று வெண்மையாக இருக்கும். மஞ்சரிக் கிளைகள் வட்ட அடுக்கில் அமைந்திருக்கும். இக்கிளைகள் மிக எளிதில் ஒடியும் தன்மையுடையவை. வேல்போன்ற கதிர்க்குலைகள் (spikelets) 4 மி.மீ. நீளமுடையவை. உமிச் செதில்கள் அல்லது பூவடிச் செதில்கள் 4 உண்டு. நான்கும் நான்கு விதமானவை. உமிச் செதில்கள் (lemma) 3 மி.மீ. இருக்கும். மகரந்தத்தாள்கள் 3; சூலகம் நீள் சதுரமானது. இதன் இலைகள் கூரை வேய்வதற்காகப் பயன்படுகின்றன. இவ்வகை நாணல் எருமைகளுக்குத் தீவனமாகப் பயன்படுகிறது.

ஆக்லாண்டரா டிரவாங்கோரிகா. இது நெருக்கமாகவும், செங்குத்தாகவும் வளரும் நாணல் போன்ற மூங்கிலாகும். தண்டு 2-6 மீ. வளரும் தன்மையுடையது. தண்டின் குறுக்குவெட்டில் 2.5-5 செ.மீ. விட்டமுடையது. கணுக்கள் இலைத்தழும்புடன் பருத்திருக்கும். சொரசொரப்பான கணுவிடைப் பகுதி 45-150 செ.மீ. நீளமுடையது. மெல்லிய தண்டு உறைகள் 15-20 செ.மீ. நீளமானவை. நீள்வாக்குச் சுருக்கங்களையுடையவை. இளம் பகுதிகளில் கூர்மையான தூவிகளுண்டு. இலைத்தாள் தூவிகளற்றது. ஆனால், மிகச் சொரசொரப்பானது. இலையின் அடிப்பகுதி மூங்கில்போல் வட்டமாயிருக்கும். இலைக்காம்பு அகன்றிருக்கும். நடுநரம்பு அடிப்பரப்பில் தடித்திருக்கும். 12-17 இரட்டைப் பக்க நரம்புகளைக் கொண்டிருக்கும். இலையுறைப் பரப்பில் தூவிகளற்று விளிம்பில் நீண்ட கம்பிபோன்ற தூவிகளுடன் இருக்கும். இலைப்பரப்படிச் செதில் குட்டையாக இருக்கும். கதிர்க்குலைகளில் சில வளமானவையாகவும் சில வளமற்றவையாகவுமிருக்கும். இருவகைகளும் வேல் வடிவமுள்ள பூவடிச்செதிலின் கோணத்தில் தோன்றும். பூவடிச்செதில்கள் பளபளப்பாக உதிரும் தன்மையுடைய நுனிகளைக் கொண்டிருக்கும். ஒவ்வொரு கதிர்க்குலையிலும் 2-4 உறை போன்ற பூவடிச்செதில்கள் காணப்படும். உமிச்செதில்கள் அனைத்தும் பல நரம்புகளைக் கொண்டவை. பூக்காம்புச் செதில்கள் (palea) கூர்மையான நுனியுடையவை. மெல்லிய பூவிதழ்கள் மூன்றும் 3-7 நரம்புகளையுடையவை. மகரந்தத்தாள்கள் ஏறத்தாழ 120 வரையிருக்கும். மகரந்தக்கம்பிகள் இணைந்திருக்கும். சூல்பை அகலம் குறுகியிருக்கும். சூலக மூடிகள் 5-6 இருக்கும்; இவற்றின் தூவிகள் நெருக்கமாயமைந்து நுனியில் அலகு போன்ற நீட்சியுடையவை. கனியுறை சதைப்பற்றுடன் இருக்கும்.

நாணல் தண்டு பாய், கூடை இவற்றைப் பின்னுவதற்குப் பயன்படுகிறது. இத்தாவரத்திலிருந்து தரமான காகிதம் தயாரிக்கப்படுகிறது. இதன் இலைகளை யானைகள் விருப்பமுடன் உண்கின்றன. புல் கிடைக்காத காலங்களில் இதன் இலைகள் குதிரைகளுக்கும் தீவனமாகக் கொடுக்கப்படும்.

- க. இராஜசேகரன்

நாணய உற்பத்தி

உலோக வார்ப்புத் துண்டுகளைப் பண்ட மாற்றுக் கருவியாகப் பயன்படுத்தும் பழக்கம் மிகப் பழங்காலத்திலிருந்தே இருந்து வருகிறது. வெண்கலம் போன்ற உலோகக் கட்டிகளை மற்றப் பொருள்களுக்கு மாற்றாகக் கொடுத்து வாங்குவதிலிருந்து இந்தப் பழக்கம் உருப்பெற்றிருக்கக்கூடும். இடைக்கால ஐரோப்பாவில் பரிமாற்றுச் சீட்டுகளும், இடைக்காலச் சீனாவில் காகித நாணயங்களும் புழக்கத்திற்கு வரும்வரை உலோக

நாணயங்களே இத்தகைய பண்டமாற்றில் இடம்பெற்று வந்தன. உலோக நாணயங்களின் பயன்பாடு தற்போது பெருமளவில் குறைந்துவிட்டது. இருப்பினும், தொலைபேசி போன்ற நாணயங்களைக் கொண்டு இயக்க வேண்டிய கருவிகளின் எண்ணிக்கை பெருகி வருவதால் நாணயங்களின் தேவையும் மிகுந்து வருகிறது.

நாணயங்களைக் குறிக்கிற 'coin' என்னும் ஆங்கிலச் சொல் ஆப்பு என்பதைக் குறிப்பிடுகிற 'cuneus' என்னும் லத்தீன் சொல்லிலிருந்து உருவாக்கப்பட்டிருக்கும்.

தங்கம், வெள்ளி ஆகியவற்றின் அழகு, சுத்தியலால் அடித்தால் தகடாகும் தன்மை, கிடைப்பதற்கு அரிதாக இருத்தல் ஆகிய பண்புகளின் காரணமாக அவை வெண்கலத்தை விட அதிக மதிப்புள்ளவையாக ஆயின. இதன் விளைவாக ஒரு வெண்கல நாணயத்தைவிட, அதே எடையுள்ள ஒரு தங்க நாணயம் அல்லது வெள்ளி நாணயத்திற்குப் பன்மடங்கு அதிகமாகப் பண்டமாற்று ஏற்பட்டது.

கைத்தொழில் காசடிப்பு. கிரேக்கர்கள் தயாரித்த காசுகள் களிமண்ணாலான மூசைகளில் எலெக்ட்ரத்தை (electrum) உருக்கித் தயாரிக்கப்பட்டன. எலெக்ட்ரம் என்பது தங்கத்தில் 20%-35% வெள்ளி கலந்த உலோகக்கலவையாகும். முதலில் உருகிய எலெக்ட்ரம் வட்டமான குழிகளில் வார்க்கப்பட்டு வெற்று வில்லைகளாக்கப்பட்டது. இந்த வெற்று வில்லைகள் சூடாக உள்ளபோதே அவற்றை இரண்டு வெண்கல அச்சுகளுக்கிடையில் வைத்து நிறைமிக்க சுத்தியலால் அடித்து உரிய உருவங்களைப் பதித்தனர். வில்லைகள் குளிர்ந்தபிறகு அவற்றை அச்சுகளுக்கிடையில் வைத்து அச்சுப்பதிக்கும் முறையும் நிலவியது. ஆனால், இம்முறையில் வெண்கல அச்சுகள் விரைவாகச் சிதைந்துவிடும்.

பிற்காலத்தில் ரோமானியர்கள் இரும்பாலான அச்சுகளை அறிமுகப்படுத்தினர். இரும்பு கடினமும், நீடித்து உழைக்கும் திறனும் மிக்கது. இதனால் குளிர்ந்த உலோக வில்லைகளில் அச்சுப் பதிப்பது எளிதாயிற்று. நவீன கடின வகை உருக்குகள் (tool steels) உருவாக்கப்படும் வரை இரும்பு அச்சுகளே புழக்கத்திலிருந்தன.

மேல் அச்சையும், கீழ் அச்சையும், கீலால் இணைந்த இரண்டு நீண்ட புயங்களில் பொருத்திக் காசு அடிக்கும் கருவி ஒன்று உருவாக்கப்பட்டது. இதனால் இரு புறங்களிலும் உருவங்கள் கோணலின்றிப் பதியும். ஆனால், இக்கருவி மிகுதியாகப் பரவவில்லை.

தெரிந்த எடையும், கூட்டமைப்பும், அதன் காரணமாக் விலை மதிப்பும் கொண்ட ஓர் உயர் நிலை உலோகத்தை வசதியான வடிவில் அளிப்பதே காசு தயாரிப்பின் முதன்மையான நோக்கம். இரண்டு பாதிகளைக் கொண்ட களிமண் அல்லது கல்லாலான வார்ப்பு அச்சுகளைப் பயன்படுத்துகிற வார்ப்பு முறைகள் செம்மையற்றவையாக அமைந்துவிட்டன. அவற்றையடுத்துத் தேவையான தடிமனுள்ள உலோகப் பட்டைகளை வார்த்து அவற்றைச் சிறிய சதுரங்களாக வெட்டியெடுத்து, அந்தச் சதுரங்களைத் தட்டி வட்டமான வில்லைகளாக்கி அவற்றில் அச்சுப் பதிக்கும் முறை புழக்கத்திற்கு வந்தது. அதன் பின்னர் உலோகத்தை மெல்லிய தகடாக அடித்துப் பரப்பி அதிலிருந்து வட்டமான வில்லைகளை வெட்டியெடுக்கும் முறை வந்தது. ஆனால், பழைய முறையில் 20ஆம் நூற்றாண்டு வரை உருகிய உலோகத்தை வட்ட அச்சுகளில் நிரப்பி வெற்று வில்லைகளைத் தயாரிக்கும் முறையையே சீனர்கள் பயன்படுத்தினர். ஏறக்குறைய 2500 ஆண்டுகளுக்கு ஒரே அளவும், வடிவமும் கொண்ட வெண்கலக் காசுகளையே அவர்கள் வெளியிட்டனர். இவற்றைக் கம்பியில் கோக்க வசதியாக அவற்றின் நடுவில் சதுரமான துளையிடப்பட்டிருக்கும்.

இடைக்காலத்தில் காசு தயாரிப்பு. வெள்ளியையும் தங்கத்தையும் அடிப்படைப் பொருள்களாகப் பயன்படுத்துவது மிகப் பழங்காலத்திலிருந்தே சிக்கல்களை உண்டாக்கி வருகிறது. அவற்றின் தாதுப்படிவ இருப்பிடங்களைக் கண்டுபிடிப்பதிலுள்ள இடையூறுகள், தாதுக்களை வெட்டியெடுப்பது முதல் தூய உலோகத்தைப் பிரித்தெடுத்துத் தேவைப்படும் இடங்களுக்குக் கொண்டு செல்வது வரை ஆகும் மனித உழைப்பு, நாடுகளுக்கிடையிலான சச்சரவுகள் காரணமாகச் சூறையாடப்படுவது போன்ற அரசியல் நிகழ்வுகள் ஆகியவற்றின் காரணமாகத் தங்கம், வெள்ளி ஆகியவை அரிதாகிவிட்டன. நாணயம் தயாரிப்பதற்கான செலவு முழுவதையும் அரசே ஏற்றுக் கொள்ளவேண்டும் எனவும் முகமதிப்பும் (sovereign) தங்கத்தின் விலையும் சமமான தங்க நாணயத்தை அரசு முத்திரை பதித்துத் தங்களுக்கு வழங்க வேண்டும் எனவும் குடிமக்கள் விரும்பினர். ஆனால், அரசோ, தான் அளிக்கும் காப்புறுதிக்கும், பாதுகாப்பிற்கும் விலையாக ஒரு நாணயத்தின் முகமதிப்பு, அதிலடங்கிய உலோகத்தின் விலை அதைத் தயாரிப்பதற்கான செலவு, சிறிதளவு லாபம் ஆகியவற்றின் கூட்டுத்தொகையாக இருக்கவேண்டும் என வலியுறுத்தியது. அரசனின்

அதிகாரம் ஓங்கியபோது காசின் தரம் குறையத் தொடங்கியது. இதில் தங்கம், வெள்ளி ஆகியவற்றின் விகிதம் படிப்படியாகக் குறைக்கப்பட்டது. 11 பங்கு தங்கமும் ஒரு பங்கு செம்பும் கொண்ட தங்க நாணயங்கள் நாளடைவில் மறைந்து மிகக் குறைந்த அளவு தங்கம் கலந்த உலோகக் கலவைகளாலான நாணயங்கள் வெளியிடப்பட்டன. இவற்றிற்கு மக்கள் ஆதரவளிக்கவில்லை. எனினும், வணிகத்தில் தங்கம், வெள்ளி ஆகியவற்றிற்கு தேவை உயர்ந்து கொண்டே போயிற்று. இந்நிலையில் அமெரிக்கக் கண்டங்களில் புதிய புதிய தங்க, வெள்ளிச் சுரங்கங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

15ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் இத்தாலியில் நம்பகமான எடையையும் வடிவத்தையும் கொண்ட நாணயம் தயாரிக்கும் கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டன. பின்னர் அவை ஜெர்மனி, பிரான்ஸ், இங்கிலாந்து ஆகிய நாடுகளுக்குப் பரவின. 17ஆம் நூற்றாண்டின் நடுவில் முறையான தடிமனுடன் உலோகச் சட்டங்களை உருவாக்கும் உருட்டாலைக் கருவிகள் தோன்றின. இவ்வாறு உருட்டப்பட்ட உலோகச் சட்டங்களின் தடிமன் ஒரே சீராக உள்ளமையை உறுதி செய்வதற்காக ஒவ்வொரு சட்டமும் ஓர் இழுவை மேடைக் கருவியில் செலுத்தப்பட்டது. அது ஒரு குறிப்பிட்ட அகலமுள்ள துளையைக் கொண்ட அச்சின் மூலம் இழுக்கப்பட்டபோது அதன் தடிமன் ஒரே சீராக அமைந்தது. உலோகக் கம்பிகள் இம்முறையில்தான் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

சீரான தடிமனுள்ள சட்டத்தில் துல்லியமான வட்ட வடிவில் வில்லைகளை அழுத்தி வெட்டியெடுக்கும் வெற்றுவில்லை அழுத்தியந்திரங்கள் உருவாக்கப்பட்டன. இதன் மூலம் சரியான எடையும், மாறாத விட்டமும் கொண்ட வெற்று வில்லைகளைத் தயாரிக்க முடிந்தது. இந்த வெற்று வில்லைகள் கீழ் அச்சின் மேல் வைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு வளையத்தின் மூலம் செல்லுமாறு ஒரு மேல் அச்சினால் அழுத்தப்படும். தங்கம் அல்லது வெள்ளிக் காசுகளைத் தயாரிக்கும்போது பயன்படுத்தப்படும் வளையத்தின் உட்பரப்பில் மேடுபள்ளங்கள் அமைந்திருக்கும். இவை நாணயத்தின் விளிம்பில் தனித்தன்மையுள்ள பூவேலைகளை உண்டாக்கும். இடைக்காலத்தில் காசுகளின் விளிம்பைச் சுரண்டி உலோகத்தைக் களவாடும் பழக்கம் பரவலாக இருந்தது. இதைத் தடுக்க நாணயங்களின் விளிம்புகளில் புடைப்பு வரிகளை அமைத்தனர்.

18, 19ஆம் நூற்றாண்டுகளில் நாணயத் தயாரிப்புச் செயல்முறைகள் செம்மைப்படுத்தப்பட்டன. நெம்புகோல் பொருத்திய நாணயத் தயாரிப்பு அழுத்தி உருவாக்கப்பட்டது. இதிலொரு முட்டு வடிவ அமைப்பின் உதவியால் மேல் அச்சு ஏற்றவும் இறக்கவும் பட்டது. எந்திர விரல்கள் வெற்று வில்லைகளை வளையத்தின் மேலெடுத்து வைத்து வில்லை நாணயமாக அழுத்தப்பட்டபின் அதை எடுத்து வெளியே வைத்தன. நாணயங்களாக மாறிய வில்லையை வெளியே தள்ளும் தானியங்கி உறுப்பும் இணைக்கப்பட்டது.

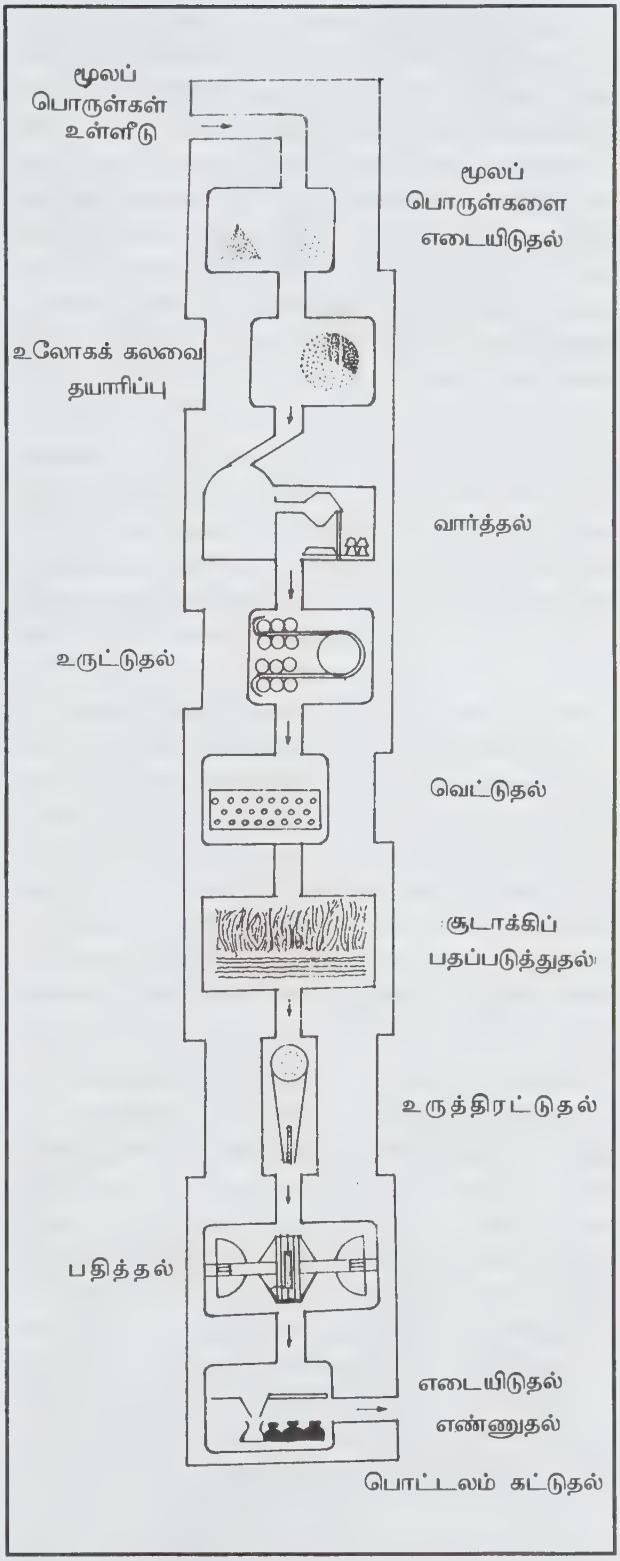
அச்சுத் தயாரிப்பில் பயன்படுத்தப்பட்ட எஃகுகள் மேம்படுத்தப்பட்டு அதிக கடினத்தன்மையுள்ள எஃகுகள் உருவாயின. உயர்தரமுள்ள அச்சுகள் உருவாக்கப்பட்டன. அவற்றிலிருந்து மாறாத துல்லியத்துடன் பல அச்சுப் படிகளை எடுக்கும் முறைகள் உருவாயின. அச்சுகள் சேதப்படுவதைத் தடுத்து அவற்றின் உழைப்புக் காலத்தை அதிமாக்குவதற்காக வெற்று வில்லைகளின் விளிம்புகளில் உருட்டி, மழுக்கிவிடும் எந்திரங்கள் தோன்றின. அவற்றில் காசுகளின் விளிம்புகளில் பாதுகாப்புச் செதுக்கல்களை உருவாக்கும் அமைப்புகளும் பொருத்தப்பட்டன. இதன் மூலம் நல்ல நாணயங்களிலிருந்து கள்ள நாணயங்களை எளிதாகப் பிரித்தறிய முடிந்தது.

19ஆம் நூற்றாண்டில் ஒவ்வொரு நாணயத்தையும் தனித்தனியே நிறுத்து எடை கணக்கிடும் தானியங்கித் தராசுகள் உருவாக்கப்பட்டன. இவ்வாறு ஒரு சிறந்த நாணயச் செலாவணி முறைக்கு இன்றியமையா்த பண்புகளான பரிமாணத் துல்லியம், மாறுபடாத வடிவமைப்பு, சரியான எடையுள்ள உலோகங்களின் கலவை ஆகியவை நிலைநிறுத்தப்பட்டன. தங்க வெள்ளி நாணயங்களின் மேல் பரப்பில் ஒரு சிறப்பு நிறமும், பரப்புப் பூச்சும் உண்டாக்கப்பட்டன. இதன் மூலம் தங்க, வெள்ளி நாணயங்களின் எடையிலிருந்தே அவை மெய்யானவையா, பொய்யானவையா என்பதை எளிதில் கண்டுபிடிக்க முடிந்தது. நாட்டு வரவுசெலவுக்கு உதவியாக ஒரு தங்க மதிப்புப் படித்தரம் உருவாயிற்று. இதன் காரணமாக வெளிச் சந்தைக் கட்டுப்பாடுகளின் பிடியிலிருந்து விடுபட்டுக் கட்டுப்பாடற்ற விற்பனைக்கு வந்தது. பல நாடுகள் பொருளாதார வீழ்ச்சி காரணமாகத் தம் காசுகளில் இருக்க வேண்டிய தங்கத்தின் விகிதத்தைக் குறைத்துக் கொண்டே போயின. சில நாடுகள் தங்கம் அல்லது வெள்ளி கலக்காத உலோகக் கலவைகளால் நாணயங்களைத் தயாரித்தன. இவ்வாறு மதிப்புக் குறைந்த உலோகங்களால் நாணயங்களைத் தயாரித்தமை, கள்ள நாணய உற்பத்திக்கு ஊக்கமளித்தது.

நாணய உற்பத்தி. தூய நிக்கல், குப்ரோ நிக்கல், பித்தளை, வெண்கலம், ஜெர்மன் வெள்ளி, அலுமினிய வெண்கலம், அலுமினியம் ஆகிய உலோகங்களும் அவற்றின் கலவைகளும் நாணயத் தயாரிப்பில் பயன்படுகின்றன. நாணயத்தால் இயக்கப்படும் எந்திரங்களில் நாணயத்திற்குப் பதிலாகக் கள்ள நாணயங்களையும் வெறும் உலோகத் தகடுகளையும் போட்டால் அந்த எந்திரம் இவற்றின் எடை, விட்டம், தடிமன் மின்தடை போன்ற பண்புகளைக் கொண்டு அடையாளம் கண்டு ஒதுக்கி விடுகிற வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

1965-69இல் அமெரிக்க அரசால், நாணயத்தால் இயக்கப்படும் கருவிகள் ஒதுக்காத வகையில், 90% வெள்ளியும், 10% செம்பும் கலந்த பழைய வெள்ளி நாணயங்களிலிருந்து மிகுதியும் வேறுபடா வண்ணம் அமைந்த நாணயங்களை உருவாக்கும் உலோகக் கலவைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இந்த உலோகக் கலவைகள் நாணயச்சாலைக் கருவிகளால் (mint equipment) கையாளப்படக் கூடியவையாகவும், கள்ள நாணயத் தயாரிப்பைக் கடினமாக்கும் வகையில் புதுமையானவையாகவும் இருந்தன. நாணயத் தயாரிப்பின்போது உருவாகும் உலோகக் கழிவுத் துண்டுகளை மீண்டும் உருக்கி நாணயத் தயாரிப்பில் பயன்படுத்த முடிந்தது. இந்த உலோகக் கலவை உருவாக்கவும் கணிசமான செலவே ஆனது. அதன் பின் பல உலோகக் கலவைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. 25. சென்ட், 10 சென்ட் நாணயங்கள் தயாரிக்க ஓர் உலோகக் கூட்டுப்பொருள் (composite metal) பயன்படுத்தப்பட்டது. இவ்வுலோகக் கூட்டுப்பொருள் 75% செம்பும் 25% நிக்கலும் அடங்கியது. ஒரு தூய செப்புத் தகட்டின் மேலும் கீழும் அந்த உலோகக் கூட்டுப்பொருளை அழுத்தி ஒட்டி, கூட்டுத் தகட்டிலிருந்து நாணயங்கள் உருவாக்கப்பட்டன.

ஐக்கிய நாடுகளின் அரை டாலர் நாணயத்தின் மேல் படலமும், கீழ்ப் படலமும் 80% வெள்ளியும், 20% செம்பும் கொண்ட உலோகக் கலவையால் ஆனவை. நடுப்படலம் 21% வெள்ளியும் 79% செம்பும் கொண்ட உலோகக் கலவையாலானது. அந்தக் காசில் சராசரியாக 40% வெள்ளியும் 60% செம்பும் இருக்கும். இவ்வாறு வெவ்வேறு விகிதங்களில் உலோகங்கள் அடங்கிய உலோகக் கலவைத் தகடுகளை ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக் காசுகளைத் தயாரிக்கும் முறையைப் பல நாடுகள் பின்பற்றத் தொடங்கிவிட்டன.



நாணயத் தயாரிப்பு நிலைகள்

புது விதமான நாணயத் தயாரிப்பு உலோகக் கலவைகளைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டிய கட்டாயம் அதிகரித்துக் கொண்டே வருகிறது. அனைத்து நாடுகளும் ஒரே பொருளாலான, ஒரே பரிமாணமும், எடையுமுள்ள நாணயங்களை உருவாக்கிக் கொண்டு தத்தம் வசதிக்கும் தேவைக்குமேற்ப அவற்றின் முக மதிப்புகளை விதித்துக் கொள்ளலாம் என்னும் எண்ணம் வளர்ந்து வருகிறது. இதன் காரணமாக ஐரோப்பிய நாணயச் சாலைக் குழு ஒரு மையத் தகவல் நிறுவனத்தை அமைத்துள்ளது. அங்குச் சேகரிக்கப்படும் தகவல்கள் தத்தம் நாணய அமைப்பில் சீர்திருத்தங்களைச் செய்ய விழையும் அரசுகளுக்கு வழிகாட்டிகளாக அமையும்.

குறைந்த முக மதிப்புள்ள காசுகளைத் தயாரிக்கப் பயன்படுகிற செம்பு, நிக்கல் ஆகியவற்றின் விலை ஏறிக் கொண்டேபோவது, பல்வேறு நாடுகள் தம் நாணய மதிப்பைக் குறைத்துக் கொண்டே போவது ஆகியவற்றின் காரணமாகக் குப்ரோ நிக்கல், வெண்கலம் ஆகியவற்றால் செய்யப்பட்ட காசுகளில் அடங்கியுள்ள உலோகத்தின் விலை மதிப்பு, காசுகளின் முகமதிப்பை விட மிகுந்துள்ளது. இதன் காரணமாகக் காசுகளைப் பதுக்குவதும் அவற்றை உருக்கி உலோகங்களைப் பிரித்தெடுத்து விற்பதும் அதிகரித்துள்ளன. இதைத் தடுக்க அரசுகள் தகடு போர்த்திய நாணயங்களை வெளியிடத் தொடங்கியுள்ளன. வெண்ணிற நாணயங்கள், எஃகுத் தகடுகளின் மேல் மெல்லிய நிக்கல் குப்ரோ நிக்கல் படலங்களைப் போர்த்தி உருவாக்கப்படுகின்றன. சிவப்பு அல்லது மஞ்சள் நிற நாணயங்களில் எஃகுத் தகட்டின் மேல் செம்பு, பித்தளை அல்லது வெண்கலத் தகடுகள் ஒட்டப்படுகின்றன.

வெள்ளி உலோகக் கலவைகளை நாணயங்களாக வார்க்கிறபோது வெள்ளி தனியாகப் பிரிந்துவிடக்கூடும். இதைத் தவிர்க்க மிகச் சிறிய அளவில் மட்டுமே உலோகக் கலவை தயாரிக்கப்படும் முன்பு சில அங்குலம் அகலமுள்ள பட்டைகளை மட்டுமே சீரான தடிமனுள்ளவையாக உருவாக்க முடிந்தது. இதனால் பட்டைகளை உருட்டும் கருவிகளும் சிறியவையாகவே இருந்தன. குறைந்த அளவிலான உலோகக் கட்டிகளையே பட்டையாக உருட்ட முடிந்தது. உலோகங்களை வாங்கி, எடைபோட்டுப் பகுப்பாய்வு செய்வது, தகுந்த விகிதத்தில் உலோகங்கள் அடங்கிய உலோகக் கலவையைத் தயாரித்து அதைப் பட்டைகளாக உருட்டுவது, அந்தப் பட்டைகளிலிருந்து வெற்று வில்லைகளை வெட்டியெடுப்பது, வெற்று வில்லைகளைச் சூடாக்கிப் பதப்படுத்தி, விளிம்புகளை மேடாக்கி அச்சுகளில் இட்டு இரண்டு முகங்களிலும் விளிம்புகளிலும் சித்திர வேலைப்பாடுகளைப் பதிப்பது, உருவான நாணயங்களை எடையிட்டுச் சோதித்து, எண்ணிப் பொட்டலங்களாகக் கட்டுவது ஆகியவை நாணயத் தயாரிப்பிலுள்ள இன்றியமையாச் செயல் கட்டங்களாகும். ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் துல்லியமான தரக்கட்டுப்பாடும் கண்காணிப்பு நடவடிக்கைகளும் மேற்கொள்ளப்படும்.

நாணயச்சாலைகளை மாற்றியமைக்கவும், சீர்திருத்தவும் முனையும்போது அரசுகள் உலோகக் கலவைகளை உருவாக்கும் உத்திகளில் ஏற்பட்டுள்ள அல்லது ஏற்படப்போகிற முன்னேற்றங்கள், ஆண்டுக் காலத் தேவைகள், முழுமையாக உள்நாட்டிலேயே தயாரிப்பதற்கும், வெற்று வில்லைகளை வெளி நாடுகளிலிருந்து இறக்குமதி செய்து தயாரிப்பதற்கும் இடையிலான லாபம் அல்லது இழப்பு நாணயத் தயாரிப்பில் தானியங்கி முறைகளைப் பயன் படுத்துவதிலுள்ள நிறை குறை ஆகியவற்றைக் கருத்திற் கொள்ள வேண்டியுள்ளது.

தரக்கட்டுப்பாடு. நாணயங்கள் துல்லியத் தன்மை கொண்டவையாக இருப்பது இன்றியமையாதது. ஒவ்வொரு நாணயமும் எடை, விட்டம், உலோகக் கூட்டுப்பொருள் வடிவமைப்பு ஆகியவற்றை சட்டப்படி பெற்றிருக்க வேண்டும். இவற்றுடன் நாணயங்களைக் கொண்டு இயக்கப்படும் எந்திரங்கள் ஏற்றுக் கொள்கிற வகையில் அமைந்த மின்னியல் பண்புகளையும் பெற்றிருக்க வேண்டும். இதற்காக உலோகக் கலவைகள் நாணயங்களாக மாறுவதற்கு முன்பும், பின்பும் கூர்மையாகப் பகுப்பாய்வு செய்யப்படுகின்றன. நாணயத்தைத் தயாரிக்கையில் விழும் கழிவு உலோகம் கூட அடிக்கடி பகுப்பாய்வு செய்யப்படுகிறது.

குப்ரோநிக்கல் போன்ற சில உலோகக் கலவைகள் கட்டிகளாக வார்க்கப்படும்போது மிகவும் கடுமையான வேதியியல் மற்றும் உலோகவியல் கட்டுப்பாடுகளுக்கு உட்படுத்தப்பட வேண்டியுள்ளது. அவற்றின் கலப்பு விகிதம் மிக எளிதாக மாறிவிடும். இதன் காரணமாக நாணயத்தின் தரம் குலையக்கூடும்.

நவீன நாணயச் சாலைகளில் வேதியியல் மற்றும் உலோகவியல் பகுப்பாய்வுகளை ஒரு சில நிமிடங்களுக்குள் செய்து முடிக்கக்கூடிய தானியங்கிக் கருவிகள் மூலம் உலோகங்கள் உலோகக் கலவைகளாகவும், உலோகக் கலவைகள் கட்டிப் பாளங்களாகவும், பாளங்கள் பட்டைகளாகவும்,

பட்டைகள் வெற்று வில்லைகளாகவும் மாற்றப் படுகின்றன. ஒவ்வொரு நிலையிலும் மாதிரிகளை எடுத்துச் சோதித்துத் தேவையானால் மாற்றங்களை மேற்கொள்ள முடியும். இதன் காரணமாகக் கோடிக் கணக்கில் அடிக்கப்படுகிற நாணயங்கள் அனைத்தும் எடை, பரிமாணம், உறுதி, இயற்பியல் பண்புகள், வெளித் தோற்றம் ஆகியவற்றில் ஒத்தவையாக இருக்க முடிகிறது.

- கே. என். ராமசந்திரன்

நாதோஸ்டோமுலிடா

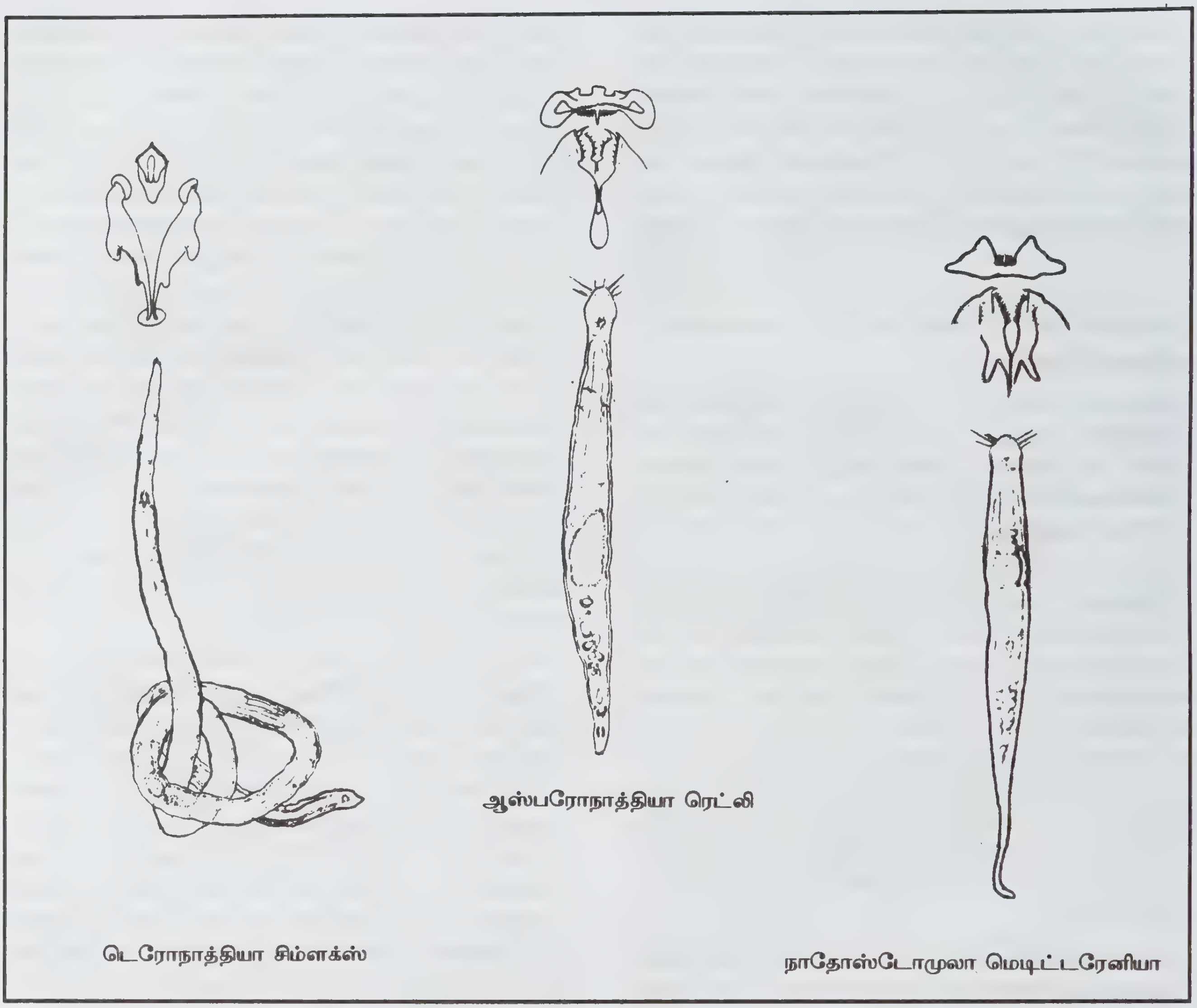
நுண்ணோக்கியால் மட்டுமே காணக்கூடிய நாதோஸ்டோமுலிடா புழுக்களுக்குத் தொண்டையில் உள்ள வட்ட வடிவ அமைப்புகளும், செல் நுனியில் குற்றிழைகளாலான ஓர் அடுக்குப் புறத்தோல் செல்களும் தனித்தன்மைகளாகும்.

புதிதாகக் கண்டறியப்பட்ட இப்புழுவினங்களை எந்தத் தொகுதியில் சேர்ப்பது என்பது குறித்துப் பெரும் விவாதங்கள் எழுந்தன. முதன் முதலாக 1920இல் ஜெர்மானியக் கடற்பகுதியில் இப்புழுக்களைக் கண்டுபிடித்த அக்ஸ் என்னும் அறிஞர் இவற்றை டர்பல்லேரியா என்னும் பிரிவில் சேர்த்தார். நாதோஸ்டோமுலிடாவின் முழு அமைப்பையும் ஆராய்ந்தபின் 1960இல் ஒரு புதிய பிரிவின் கீழ் இப்புழுக்களைச் சேர்த்தார். அதன் பின்பு விலங்கியலார் இப்புழுவைப் பற்றித் தெளிவாக ஆராய்ந்ததன் விளைவாகப் புழுக்களின் எண்ணிக்கை ஆயிரத்தைத் தாண்டலாயிற்று.

புற அமைப்பு. இப்புழுக்களின் நீளம் 0.7-3.5 மி.மீ ஆகும். உடல் நீண்டு, உருளை வடிவமாகவோ, சற்றுத் தட்டையாகவோ ஒளி ஊடுருவக்கூடியதாகவும் சிவப்பு வண்ணமாகவும் அமைந்துள்ளது. சிலவகைப் புழுக்கள் உடல் தலையென இரு பிரிவுகளைக் கொண்டுள்ளன. புறத்தோல் ஓரடுக்குப் புறப்படையினால் ஆனது. பல கோண வடிவமான ஒவ்வொரு புறப்படைச் செல்களிலும் மிக நுண்ணிய இழை காணப்படுகிறது. பாரன்கைமா எனப்படும் செல்கள் குறைந்த அளவிலேயே அமைந்துள்ளன. போலி உடற்குழியும் கழிவு மண்டல உறுப்புகளும் இப்புழுக்களுக்கு இல்லை. இப்புழுக்களுக்கு நரம்பு மண்டலம் உண்டா இல்லையா என்பது இதுவரை புலனாகவில்லை. உடலைச் சுற்றியுள்ள இழைகளே உணர்வுறுப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன. சில வகைகளில் தலையின் நுனிப்பகுதியில் அமைந்திருக்கும் இழைக்குழிகள் உணர்வுறுப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன. தலையின் அடிப்புறத்தே வாய் அமைந்துள்ளது. இவ்வாய் மேலுதட்டில் ஓர் இணைத்தாடையும் கீழுதட்டில் ஓர் அடித்தட்டும் அமைந்துள்ளன. அடித்தட்டின் அமைப்பு இப்புழுவில் இனத்திற்கினம் வேறுபடும். இருப்பினும் தட்டின் நடுவே அமைந்திருக்கும் பற்கள் அனைத்திற்கும் பொதுப் பண்பாகும். வாயைச் சுற்றித் தனித்தசைத் திரள்கள் அமைந்துள்ளன. நடுக்குழாய் மிகவும் எளிய அமைப்பை உடையது. இப்புழுக்களுக்கு மலப்புழை இல்லை. இனப்பெருக்க உறுப்புகளான சூல் சுரப்பியும், விந்துச் சுரப்பியும் ஒரே புழுவில் காணப்படும். சூல் சுரப்பி மேற்புறமாகவும், விந்துச்சுரப்பி வால்புறமாகவும் அமைந்துள்ளன. இத்துடன் இணைந்து காணப்படும் பெண்ணினப் பெருக்க உறுப்பில் பர்சா என்னும் ஒரு விந்துச்சேமிப்பு உறுப்பு அமைந்துள்ளது. இரண்டு புழுக்களின் சேர்க்கையின்போது விந்து இதில் சேமிக்கப் படுகிறது. ஒருசில இனங்களின் விந்து மிக நுண்ணிய அளவே உள்ளது. சிலவற்றில் கூம்பு வடிவமாகக் காணப்படுகிறது.

கருத்தரித்தல் உடலின் உள்ளே நடைபெறுகிறது. விந்துப்பையில் சேமிக்கப்பட்டால் ஒவ்வொரு சூல் முதிரும்போதும் விந்து வெளிப்பட்டு, கருவுறுதல் நிகழ்கிறது. இதன் பின்பு வளர்ந்த கருமுட்டை உடலின் மேற்பகுதியிலுள்ள புறப்படையைக் கிழித்துக்கொண்டு வெளிப்படும். முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் இளம் புழுக்களில் தொண்டைக்குழியில் அமைந்திருக்கும் அடித்தட்டின் மையப்பகுதி மட்டுமே வளர்ந்திருக்கும். தொண்டை அமைப்பின் உதவியால் இப்புழு கரிமப் பொருள்கள் நிறைந்த மணலின் மேற்பரப்பையும் நீலப்பச்சைப் பாசி, பாக்டீரியாக்கள், பூசணம் போன்றவற்றையும் உண்ணும்.

நாதோஸ்டோமுலிடாப் புழுக்கள் ஆக்ஸிஜன் அற்ற ஆழமான பகுதிகளையே தேர்ந்தெடுக்கின்றன. கடல் அலைப் பகுதியின் அடியிலிருந்து 60மீ. ஆழம் வரையுள்ள கடலின் அடிப்பரப்பில் இப்புழுக்கள் வாழ்வது ஆராயப்பட்டுள்ளது. உலகின் பல பகுதிகளில் இவை காணப்பட்டாலும் குறிப்பாக ஐரோப்பா கண்டப் பகுதிக் கடலின் அடிப்பரப்பிலும், வட அமெரிக்காவின் கிழக்குக் கடலின் அடிப்பரப்பிலும் இப்புழுக்கள் மிகுந்துள்ளன. சில புழுக்கள், டர்பல்லேரியா புழுக்களுக்கான குணங்களையும் பெற்றிருக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக நரம்பு மண்டலம், நடு உணவுக்குழாய், இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் கூட்டமைப்பு ஆகியவற்றை ஆராய்ந்தால் இவ்விரண்டினங்களுக்கும் உள்ள



தொடர்பைக் கண்டு கொள்ளலாம். தொண்டைப் பகுதியை ஆராயும்போது கேஸ்ட்ரோட்ரைக்கா, ரோட்டடேரியா, ஆர்க்கி அன்னெலிடா என்னும் இனங்களோடு தொடர்புள்ளமையை அறியலாம்.

- ஞா. எட்வின் சந்திரசேகரன்

நாமக்குரங்கு

இது பபூன் குரங்கு என்றும் குறிப்பிடப்படும். மேற்கு ஆப்பிரிக்காவிலும், அரேபியாவின் சில பகுதிகளிலும் மட்டுமே இது காணப்படும். இவ்வினத்தில் கவானா பபூன் ***(Papio cynocephalus)***, ஹாம்டிராய்டு பபூன் ***(P. hamadryas)***, டிரில் பபூன் ***(P. lencophaceus)***, மாண்ட்ரில் பபூன் ***(P.sphinx)***, ஜிலேடா பபூன் ***(Theropithecus gelada)*** என்னும் 5 சிறப்பினங்கள் உள்ளன. இவற்றில் மாண்ட்ரில் குரங்கே நாமக்குரங்கு என்று குறிக்கப்படுவதற்கு மிகப் பொருத்தமான முக அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது.

இவ்வின ஆண், பெண் குரங்குகளிடையே பலவகை வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. ஆண் குரங்கு பெண்ணினத்தைவிடப் பெரியதாகவும், தலைப் பகுதியிலும் கழுத்துப்பகுதியிலும் அடர்த்தியான முடியுடனும் விளங்கும். பெண் குரங்கைவிடப் பெரிய முகத்தையும், நீளமான கோரைப்பற்களையும் பெற்றிருக்கும். நாமக்குரங்கின் முகம் நாய் முகத்தைப்

ஆண் நாமக்குரங்கு கோரைப்பல் காட்டுதல்

தாய்க்குரங்கும் குட்டியும்

போன்று நீண்டு கருஞ்சிவப்பு நிறத்திலும், மூக்கின் இருபக்கங்களும் புடைத்து வெண்மை நிறத்துடனும் நாமம் போட்டாற் போன்ற தோற்றத்தைத் தருகிறது.

நாமக்குரங்குகள் 30-50 எனக் கூட்டம் கூட்டமாகவே வாழும். பகல் நேரத்தில் சிறு சிறு கூட்டமாகப் பிரிந்து சென்று உணவைத் தேடும். இக்குரங்கு உணவைத் தரையில் தேடுவதற்கேற்ற வலிவான குட்டையான கால்களைப் பெற்றுள்ளது. இக்குரங்குகளின் கூட்டத்தை நன்கு ஆய்ந்த உளவியல் அறிஞர்கள் பற்பல உண்மைகளை வெளிப்படுத்தியுள்ளனர். ஒவ்வொரு கூட்டமும் ஒரு குடும்பம் ஆகும். இக்குடும்பக் கூட்டத்துக்குள்ளேயே இவை உடலுறவு கொள்கின்றன. ஒவ்வொரு கூட்டத்திலும் வயது முதிர்ந்த ஆண் குரங்குகள், இளம் குரங்குகள், வயது முதிர்ந்த பெண் குரங்குகள், இளம் பெண் குரங்குகள், குட்டிகளோடு தாய்க் குரங்குகள் ஆகிய பிரிவுகள் காணப்படும். சில நேரங்களில் பல சிறிய கூட்டங்கள் ஒன்று சேர்ந்து ஓர் அணியை உருவாக்குகின்றன. இந்தக் கூட்டங்களின் கட்டுக்கோப்பை அவை இடம் பெயரும்போது நன்றாகக் காணலாம். தலைமைக் குரங்குக்குப் பின்னால் இளம் ஆண், பெண், குட்டி, தாய்க் குரங்கு என்னும் வரிசையில் பின் தொடரும். இவற்றின் கூட்டத்திற்கு வலிமை வாய்ந்த ஆண் குரங்கு ஒன்றே தலைமைப் பொறுப்பை ஏற்கிறது. ஆணின் தலைமைக்குக் கட்டுப்படுவதைக் காட்டுவதற்கு ஒன்றை ஒன்று சொறிந்து கொள்ளும்.

ஆண் நாமக் குரங்கு 7 ஆண்டிலும், பெண் குரங்கு 3 ஆண்டிலும் இனப்பெருக்கப் பருவத்தை அடைகின்றன. பருவம் அடைந்த பெண் குரங்கின் வால் பகுதியைச் சுற்றியுள்ள உடலின் பின்பகுதி பருத்துக் கருஞ்சிவப்பு நிறத்தை அடையும். தலைமைக் குரங்கு வயது வந்த பெண் குரங்குகளைத் தன் பார்வையிலேயே வைத்துக் கொள்கின்றது. தன் கூட்டத்திலிருந்து

பிரிந்துவிடாது பாதுகாத்துக் கொண்டும் அச்சுறுத்தியும் அவற்றோடு உடலுறவு கொண்டும் தன் வலிமையை நிலைநாட்டுகிறது. இவற்றின் கருக்காலம் (gestation period) 6-7 மாதங்கள் ஆகும். ஓராண்டு வரை குட்டிகள் தாயுடனே பெரும்பொழுதைக் கழிக்கின்றன. குட்டிகள் தாயின் பராமரிப்பில் இருக்கும்போதே அக்கூட்டத்திலுள்ள தம் வயது ஒத்த குரங்குகளுடன் நட்புறவு கொண்டு விளையாடி மகிழ்கின்றன. நாமக்குரங்கு புல், வேர், பூ, பழங்களை உணவாகக் கொள்கிறது. சில நேரங்களில் தம் உணவையும், குடிநீரையும் தேடி ஒரே நாளில் நீண்ட தொலைவு பயணம் செய்கிறது. ஆப்பிரிக்கப் பகுதிகளில் காணப்படும் இவ்வகைக் குரங்கு சில நேரங்களில் இறைச்சி உணவையும், பறவைகளின் முட்டைகளையும் உட்கொள்கிறது. இக்குரங்கு வாலில்லாக் குரங்கு (Apes) போல் அறிவுடையது என்று கருதப்படுகிறது. பல்வேறு ஆய்வுச் சாலைகளில் இக்குரங்கு அறிவியல் திறனுக்காகவும், கற்றுக் கொள்ளும் பண்புக்காகவும் ஆய்ந்தறியப்பட்டுள்ளது. நாமக்குரங்கின் எதிரிகளாகப் பெரிய காட்டுப் பூனை, சிங்கம், சிறுத்தை ஆகியன இருந்தாலும் இக்குரங்கின் வாழிடங்கள் விளைநிலங்களாக மாற்றப்படுவதாலும், குரங்குகள் பிடிக்கப்படுவதாலும், தடையின்றி வேட்டையாடப் படுவதாலும் மனிதராலேயே இவை அருகி வருகின்றன.

- கோவி. இராமசுவாமி

நாமக்கோழி

இது பறவைகள் வகுப்பில், குருயிஃபார்மிஸ் வரிசையில், ரால்லிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. நாமக்கோழியில் (Coot) பல சிறப்பினங்கள் உள்ளன. அமெரிக்கச் சிறப்பு இனத்திற்கு ஃபுயூலிக்கா அமெரிக்கானா *(Fulica Americana)* என்றும், ஐரோப்பியச் சிறப்பினத்திற்கு ஃபுயூலிக்கா அட்ரா *(F.atra)* என்றும், கொம்புள்ள நாமக்கோழிக்கு ஃபுயூலிக்கா கார்னுாட்டா *(F.Carnuata)* என்றும், முடியுள்ளவற்றிற்கு ஃபுயூலிக்கா கிரஸ்டேட்டா *(F.Crustata)* என்றும், பெரிய நாமக்கோழிக்கு ஃபுயூலிக்கா ஜைஜாண்டிகா *(F.gigantica)* என்றும் பெயர். நாமக்கோழியின் முக்கியமான இருப்பிடம் தென் அமெரிக்காவாகும். இங்கு மட்டும், பெரிய நாமக்கோழி, கொம்பு நாமக்கோழி ஆகியவற்றைச் சேர்த்து 7 வகை நாமக்கோழிகள் உள்ளன. பெரிய நாமக்கோழி ஏரிகளின் அருகில் சற்று உயரத்தில் தனித்து வாழும் தன்மையுடையது. அமெரிக்க நாமக்கோழி சாம்பல்நிற இறகுகள் உடையது. இது கனடா நாட்டிலிருந்து கொலம்பியா வரை பரவியுள்ளது. முடி நாமக்கோழி தென் ஸ்பெயினிலிருந்து ஆப்பிரிக்கா, கேப் நகரம் வரையிலும் பரவியுள்ளது.

பழக்கவழக்கம். நாமக்கோழி மிகுந்த ஆற்றலுடன் நீந்தும் தன்மையுடையது. ஒவ்வொரு கால்விரலிலும் துடுப்புப் போன்ற சதை தொங்குவதால் இது நன்றாக நீந்தும். இனப்பெருக்கக் காலம் தவிர மற்றக் காலங்களிலும் இது ஆயிரக்கணக்கில் ஏரி அல்லது நீர் தேங்குமிடங்களில் காணப்படுகிறது.

இனப்பெருக்கம். இனப்பெருக்கக் காலங்களில் நாமக்கோழி நாணல் மிகுந்த அல்லது செடி கொடி மிகுந்த இடங்களில், நீருக்கருகில் தன் இருக்கையை அமைத்துக் கொள்கிறது. வெண்ணிற முன் தலையை வைத்து இதை அடையாளம் கண்டுகொள்ளலாம். சில சமயங்களில் இது நீரில் ஒரே நேர்கோட்டில் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குச் செல்வதைக் காணலாம். இக்கோழிக்கு இடர் ஏற்பட்டால் சிறகுகளை நீரிலடித்து, நீர் சிதறி விழும்படிச் செய்து கூண்டிற்குள் சென்று மறைந்துவிடுகிறது. மற்ற நேரங்களில் இது நீரில் மூழ்கியிருக்கும். இது நீருக்குள் 7 மீ. வரை சென்று 27 நொடி வரை இருக்கும்.

நாமக்கோழியால் நன்றாகப் பறக்க முடியாது. இது தம்மினத்தாருடன் கடுமையாகச் சண்டையிடும் தன்மையுடையது. குளிர்காலங்களிலும் இனப்பெருக்கக் காலங்களிலும், ஆண், பெண் இனங்கள் தம் இருப்பிடத்தை வேறு கோழிகள் நெருங்காமல் பாதுகாக்கின்றன. அவ்வாறு வந்தால் அவற்றுடன் சண்டையிட்டும், நீரை வாரி இறைத்தும் தங்கள் கூட்டைப் பாதுகாக்கின்றன. இக்கோழி சண்டையிடும்போது நேருக்கு நேர் உட்கார்ந்து கால்களினாலும், தலையினாலும் ஒன்று மற்றொன்றின் மேல் நீரை இறைக்கும். இது போன்ற சண்டை சில நொடிகள் நடக்கும். பின்னர் இரண்டில் ஒன்று ஓடிவிடும்.

உணவு. இது நீரில் உள்ள நாணல் செடிகளை உண்ணும். நீரில் மூழ்கி, அடியில் உள்ள செடி கொடிகளை நீரின் மேல் மட்டத்திற்கு இழுத்து வந்து அவற்றை உண்ணும். சிலசமயங்களில் நிலத்திற்கு வந்து புற்களை உண்பதும் உண்டு. இறைச்சி, சிறிய மீன், தலைப்பிரட்டை, நீர்ப்பூச்சி, புழு, மெல்லுடலி ஆகியவையும் இவற்றிற்கு உணவாகின்றன. மேலும், கடற்காகங்களின் முட்டைகளைத் துளை போட்டு அவற்றில் உள்ள கருவுணவை உறிஞ்சி உண்ணும். சில வேளைகளில், இது வாத்துக் குஞ்சுகளைக் கொன்று தின்னும்.

நாமக்கோழி *(Porphyrio porphyrio)*

கூடு. நாமக்கோழி பொதுவாக நாணல், இலை ஆகியவற்றை வைத்து நீரிலுள்ள உயரமான செடிகளில் கூடுகட்டும். கூடு நீர்ப்பரப்பின் மேல் குறைந்தது 30 செ.மீ. உயரத்தில் அமைவதோடு, கூட்டிலிருந்து விரைவாக வெளியேறுவதற்கு ஏற்ற வழிகளும் அவற்றிலுள்ளன. நீரின் அளவு உயரும்போது மேன்மேலும், இலைகளையும் சிறு சிறு குச்சிகளையும் கூட்டில் சேர்த்துக் கூட்டை உயர்த்துகிறது. நாமக்கோழியின் கூடு மிதக்கும் தன்மையுடையது. நாமக்கோழி பொதுவாகக் கூடுகளை நீரிலுள்ள செடிகளுடன் சேர்த்துக் கட்டுகிறது. கொம்பு நாமக்கோழி மற்ற நாமக்கோழிகளைப்போல இலை, குச்சிகளைப் பயன்படுத்தாமல் கற்களை அடுக்கிக் கூடு கட்டுகிறது. இவ்வாறு 1.5மீ உயரமும் 5.5மீ. விட்டமும் கொண்ட கற்களாலான கூடு ஒன்று கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளது. இந்தக் கூட்டின் மேல் மட்டத்தில் 30-60 செமீ. உயரத்திற்கு இலைகள் இருக்கும். இந்தக் கூடு ஏரியின் கரையில் அமைந்துள்ளது. இப்பறவை கற்களை எவ்வாறு கொண்டு வந்து சேர்க்கிறது என்பது புலனாகவில்லை. இக்கூட்டில் நாமக்கோழி ஒவ்வோர் ஆண்டும் மேன்மேலும் கற்களை அடுக்கிக் கொண்டே போகிறது.

முட்டை. மார்ச்-செப்டம்பரில் நாமக்கோழி 6-10 முட்டைகளை ஒரு முறையில் இடுகிறது. சில வேளைகளில் 15 முட்டைகளிடும். ஆண், பெண் ஆகிய இரண்டும் முட்டைகளை அடைக்காக்கின்றன. ஆண் அடைக் காக்கும்போது பெண் இரைதேடிச் செல்கிறது. முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் குஞ்சுகளுக்குத் தாய்ப்பறவை உணவூட்டுகிறது. குஞ்சு வெளிவந்து 15 நாள்கள் வரை தாய்ப்பறவை அனைத்துக் குஞ்சுகளுக்கும் சமமாக உணவூட்டும். ஆனால் 15 நாள்களானதும் தம் குஞ்சுகளை அடையாளம் தெரிந்து அவற்றிற்கு மட்டும் உணவூட்டும். குஞ்சுகளின் அடிப்பகுதி சற்றுக் கருமையாகவும், தலைப்பகுதி ஆழ் நிறமாகவும் உள்ளன. அலகு வெண்ணிறமாகவும், அலகின் முனை கறுப்பாகவும், முன்தலை சிவப்பு நிறமாகவும் உள்ளன. முகம் சிவந்த மஞ்சள் நிறமாகவும், நெற்றிப் பகுதி சிவப்பு அல்லது கருமை நிறப் புள்ளிகளுடனும் காணப்படும். ஒரு மாதக் காலத்தில் குஞ்சுகள் நீரில் மூழ்கித் தங்களுக்கு வேண்டிய உணவைச் சேகரிக்கத் தொடங்குகின்றன. அப்போது இவற்றின் உடல் முழுவதும் கறுப்பாக மாறுகிறது. இப்பறவை ஒவ்வோர் ஆண்டும் 2 அல்லது 3 முறை முட்டையிட்டுக் குஞ்சுப் பொரிக்கிறது. வளர்ந்த குஞ்சுகள் கூடுகட்டுவதில் பெற்றோர்களுக்கு உதவி செய்கின்றன.

பாதுகாப்பு. நாமக்கோழி கடற்கழுகுகளாலும் கறுப்பு நிறக் கடற்பறவைகளாலும் அடித்துக் கொன்று தின்னப்படுகிறது. எதிரிகளிடமிருந்து தப்புவதற்காக நாமக்கோழி சில தற்காப்பு முறைகளைக் கையாளும். இனப்பெருக்கம் செய்யாத காலங்களில் பெருங்கூட்டமாகவே நகர்ந்து செல்கிறது. உணவுக்காக ஒரு பறவை பின்தங்கினாலும், மீண்டும் உடனே கூட்டத்துடன் சேர்ந்துவிடும். சில சமயங்களில் கடற்பறவைகள் அருகில் வரும்போது நாமக்கோழி நீரை அப்பறவைகளின் முகத்தில் தெளித்துப் பாதுகாத்துக் கொள்கிறது.

இந்திய நாமக்கோழி *(Fulica atra).* இந்தியச் சிற்றூர்களில் காணப்படும் இது கோழியின் அளவை ஒத்திருக்கும். சாம்பல் நிறத்துடன், வாலில்லாமல் வாத்துப் போன்று நீரில் நீந்தும் தன்மையுடையது. இதன்

அலகு தந்த நிற வெள்ளை வண்ணம் உடையது. ஆண், பெண் இருபால் பறவைகளுக்குமிடையில் உருவ வேற்றுமை இல்லை. இது இந்தியாவில் அனைத்துப் பகுதியிலும் 2 கி.மீ. உயரம் வரையிலும், பாகிஸ்தான் மியான்மர் போன்ற நாடுகளிலும் காணப்படுகிறது. குளிர் காலங்களில் ஆசியாவிலிருந்து வட இந்தியாவிற்குப் பெருங்கூட்டமாக வருகிறது. இது உருளை போன்ற வடிவம் பெற்றுள்ளது. புல், நெல், நீர்ச்செடி, நீர்ப்பூச்சி, மெல்லுடலி போன்றவற்றை உண்கிறது. இது சில நேரங்களில் எக்காளமிடுதல் போன்று குரல் எழுப்பும். நீர்க்குச்சிகளைக் கொண்டு நீர் மட்டத்திற்குச் சற்றுயரத்தில் ஜுலை, ஆகஸ்டு மாதங்களில் கூடுகட்டும். 6-10 முட்டைகளிடும். முட்டை செங்கல்லின் நிறம், பழுப்பு கலந்த சிவப்புப் புள்ளிகளுடன் காணப்படும்.

- அ. நடராசன்

துணைநூல். O.L.Austin, *Birds of the World,* Hamlyn Publishing Group Ltd, New York, 1970.

நாமப்பூண்டு

இதன் தாவரப்பெயர் அலிசிகார்பஸ் லாஞ்சிஃபோலியஸ் (Alysicarpus longifolius) ஆகும். இது ஃபேபேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த புன்செய் நிலக் களைச்செடி. இந்தியா முழுவதும் பரவலாகக் காணப்படும் இது தமிழகத்தின் வறள் பகுதிகளிலும் கருமண் நிலங்களிலும் மிகுந்துள்ளது.

அமைப்பு. இது 1-1.5 மீ. உயரம் வளரும் செடி. இதன் இலைகள் கூட்டிலை அமைப்புடையவை. சிற்றிலைகள் 7.5-15 செ.மீ. நீளமானவை. கூர்மையான இலையடிச் செதில்கள் ஓடு போன்றிருக்கும். இவை காம்புகள் கொண்டவை. ரெசீம் மஞ்சரி, 15-30 செ.மீ நீளமானது. சிறிய மலர்கள் இரட்டையாகக் காணப்படும். பூவடிச் செதில்கள் முதிர்ந்ததும் விழுந்துவிடுகின்றன. புல்லிவட்டம் உமியைப் போன்றது. சற்றே மணி வடிவானது. ஆழமான 4 பிளவுகளுடையது. மேல் பிளவு இரு கூரானது.

அல்லி இதழ்கள் வெளியேறி இரா. குறுகலான கால் கொண்ட கொடி அல்லி இதழ் நீள்வட்டமாகவோ வட்டமாகவோ மஞ்சளாக இருக்கும். இறகு அல்லி இதழ் சாய்வான நீள்சதுரமானது. படகு அல்லி இதழ் சற்றே உள்வளைந்தும் மழுங்கியும் இணைந்தும் காணப்படும். இறகு, படகு அல்லி இதழ்கள் சிவப்பானவை. மகரந்தத்தாள்கள் இரு கற்றையானவை. சூல்பையில் பல சூல்கள் உண்டு. முடியுடைய வெடியாக் கனியில் விதைகள் சற்றே வட்டமாயிருக்கும்.

பயன். இதைப் பூக்குமுன் வேருடன் பிடுங்கிப் பசுந்தழை உரமாகப் பயன்படுத்தலாம். கால்நடைகள் இச்செடியைத் தின்னும். இதற்கு இனிப்பான வேர்கள் உண்டு.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நாய் இனங்கள்

உலகில் ஏறத்தாழ 400 நாய் இனங்கள் பலவிதமான குணநலன்களோடும் மாறுபட்ட உருவ அமைப்புகளோடும் காணப்படுகின்றன. மனிதர்கள் தம் தேவைக்கும் விருப்பத்திற்கும் ஏற்ப நாய்களைத் தேர்வு செய்து வளர்க்கின்றனர். அவ்வாறு விரும்பி வளர்க்கப்படும் இனங்களில் பெருமளவு வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. ஏறத்தாழ 6 அங்குல உயரமுள்ள பூடில் இனத்தையும் ஏறத்தாழ 37 அங்குல உயரமுள்ள கிரேட்டேன் இனத்தையும் காணமுடிகிறது. இதேபோல் 2 கி.கி. எடையுள்ள சிஹாஹூா இனத்தையும், 90 கி.கி. எடையுள்ள செயிண்ட் பெர்னாட் இனத்தையும் குறிப்பிடலாம். மேலும் உடலில் முடியே இல்லாத இனமும் உண்டு. ஏறத்தாழ 10 அங்குல நீளமுடியைக் கொண்ட இங்கிலீஷ் ஷீப் நாய் இனமுமுண்டு.

பல்வேறு உருவ அமைப்புகளைக் கொண்டு மனிதனுக்குப் பல வகைகளில் பயன்படும் நாய்களைப் பொதுவாக, வேட்டை போன்ற விளையாட்டுக்கு ஏற்றவை, ஏலாதவை என 2 பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

வேட்டை போன்ற விளையாட்டுக்கு ஏற்ற வகை. இவ்வகை நாய்களில் மேலும் 3 பிரிவுகளுள்ளன. அவை ஹௌண்ட் நாய்கள், கன் நாய்கள், டெரியர் நாய்கள் என்பன.

ஹௌண்ட் நாய்கள். மிகப் பழங்காலத்தில் தோன்றிய இந்நாய்கள் பெரும்பாலும் வேட்டை நாய்களேயாகும். இவை வீட்டுக்கான பயிற்சியை ஏற்றுக்

கொள்ளும் ஆற்றல் குறைவாகப் பெற்றிருந்தபோதும் எத்தகைய சூழ்நிலையையும் ஏற்றுக்கொள்ளும் மனப்பக்குவம் கொண்டவை. இவ்வகையில் பதினைந்துக்கு மேற்பட்ட இனங்கள் உள்ளன. அவற்றுள் சில: ஆப்னான் ஹௌண்ட், கிரே ஹௌண்ட், பிளட் ஹௌண்ட, பெசட் ஹௌண்ட், பிரிடிஸ் பீகிள், டேஸ் ஹண்ட், சலுக்கிஸ், விப்பெட், ஐரிஸ் உல்ப் ஹௌண்ட், ஃபின்னிஸ் ஸ்பிட்ஜ்.

கிரே ஹௌண்ட். ஏறத்தாழ 30 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாய் எகிப்து நாட்டைச் சேர்ந்தது. கறுப்பு, வெள்ளை, சிவப்பு, பழுப்பு போன்ற பல நிறங்களில் காணப்படும். ஒல்லியான உருவமைப்பையும், சுறுசுறுப்பான தோற்றத்தையும் கொண்டிருக்கும். எளிதில் எவருடனும் அன்போடு பழகக்கூடிய தன்மையும் பெற்றிருக்கும்.

பெசட் ஹௌண்ட். ஏறத்தாழ 20 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாய் ஃபிரான்ஸ் நாட்டைச் சேர்ந்தது. இது கறுப்பு, வெள்ளை, ஆரஞ்சு வண்ணங்களில் காணப்படும். மிகவும் உறுதியான எலும்புகளைக் கொண்ட இந்நாய் மிகவும் அமைதியுடனும், அறிவாற்றலுடனும் காணப்படும். பெரிய காதுகளைக் கொண்டுள்ளமையால் எளிதில் காது நோய்கள் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. மேலும் இதன் உடல் எளிதில் பெருத்துவிடுவதால், நாள்தோறும் 3 வேளை உடற்பயிற்சி கொடுக்க வேண்டும்.

பிளட் ஹௌண்ட். ஏறத்தாழ 38 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாய் இங்கிலாந்து நாட்டைச் சேர்ந்தது. இது கறுப்பு, பழுப்பு நிறங்களில் காணப்படும். இந்நாய் வெட்கப்படும் தன்மை கொண்டிருந்தாலும் கூடவே பொறுமையும் மீவுணர்ச்சியும் கொண்டது. இதன் முகர்ந்தறியும் தன்மை மிகையாக இருப்பதால், குற்றவாளிகளையும், காணாமல் போனவரையும் கண்டுபிடிப்பதற்குப் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

டேஸ் ஹண்ட். ஏறத்தாழ 10 கி.கி எடையுள்ள இந்நாய் ஜெர்மன் நாட்டைச் சேர்ந்தது. இது சிவப்பு, கறுப்பு கலந்த பழுப்பு வண்ணங்களில் காணப்படும் பெரிதும் விரும்பப்படும் கவர்ச்சி நாய் ஆகும். இதில் நிலையான வகை, மிகச் சிறிய வகை, மெல்லிய வகை போன்ற 6 வகை உள்ளன. இதற்குத் தண்டுவட நோய்களும் காது நோய்களும் எளிதில் தொற்றிக்கொள்ளும் வாய்ப்புண்டு. இது மிகவும் அறிவு கூர்மையோடும் மகிழ்ச்சியோடும் காணப்படும். குறிப்பாக அடுக்கு மாடிக் கட்டிடங்களில் வீட்டுக் காவலுக்கு ஏற்றது.

சலுக்கீஸ். ஏறத்தாழ 25 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாய் அரேபியாவைச் சேர்ந்தது. இது வெள்ளை, கறுப்பு, இள மஞ்சள் போன்ற நிறங்களில் காணப்படும். மிகவும் கம்பீரமான தோற்றமும் வீரமும் கொண்ட இந்நாய் அரேபியக் குதிரை போல் உலகப் புகழ் பெற்றது. நரி போன்ற விலங்கினங்களை வேட்டையாடவும் வீட்டுக் காவலுக்கும் இது ஏற்றது.

விப்பெட். ஏறத்தாழ 8 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாயின் தாயகம் அறியப்படவில்லை. இது பல்வேறு நிறங்களில் காணப்படுகிறது. மிகவும் துணிவுகொண்ட இந்நாய் ஏறத்தாழ ஒரு மணிக்கு 56 கி.மீ. விரைவில் ஓடக்கூடியது. அனைவருடனும் அன்போடும் நன்றியோடும் பழகக்கூடியதாகும். இது வீட்டில் வளர்ப்பதற்கும் நாய்க் கண்காட்சிகளில் கலந்து கொள்வதற்கும் ஏற்ற இனம்.

கன் நாய். பொதுவில் அமைதியான இந்நாய் மிக அழகாகவும் எளிதில் அடங்கிவிடக்கூடியதாகவும் உறுதியான மனத்திடம் கொண்டதாகவும் காணப்படும். வேட்டைக்குப் பழக்கமில்லாத இந்நாய் வேட்டைக் காரர்களின் துணைவர்களாகப் பயன்படுகிறது. ஒளிந்திருக்கும் விலங்குகளைக் கலைப்பதற்கும், வேட்டையாடப்பட்ட விலங்கு வீழ்ந்து கிடக்கும் இடத்தை அறியவும், அவற்றை இழுத்து வரவும் இந்நாய் பெரிதும் பயன்படுகிறது. இவ்வகை நாய்களில் சில: கோல்டன் ரெட் ரீவர், லேப்ரடார் ரெட் ரீவர், பிரிட்டிஷ் பாய்ண்டர், ஜெர்மன் பாய்ண்டர், கோக்கர் ஸ்பேனியல், இங்கிலீஷ் ஸ்பேனியல், ஐரிஷ் ஷெட்டர், கோர்டன் ஷெட்டர்.

கோல்டன் ரெட்ரீவர். இந்நாயின் தாயகம் அறியப்படவில்லை. இதன் எடை ஏறத்தாழ 30 கி.கி. பொன்னிறத்தில் காணப்படும். இந்நாய் அழகாகவும், அறிவுக் கூர்மையோடும் காணப்படும். வேட்டை யாடப்பட்ட விலங்கினை எடுத்து வருவதில் இது திறமைமிக்கது.

லேப்ரடார் ரெட்ரீவர். ஏறத்தாழ 30 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாய் நியூசிலாந்து நாட்டைச் சேர்ந்தது. இது மஞ்சள், கறுப்பு வண்ணங்களில் காணப்படும். நீரில் இறங்கினாலும் தோல் நனையாதவாறு உடல் முழுதும் அடர்த்தியான முடியைக் கொண்டிருக்கும். இந்நாய் துப்பறியவும், விழி இழந்தோருக்கு வழி காட்டவும் பயன்படும்.

கோக்கர் ஸ்பேனியல். ஏறத்தாழ 15 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாய் இங்கிலாந்து நாட்டைச் சேர்ந்தது. இரண்டு அல்லது மூன்று மாறுபட்ட வண்ணங்கள் வெள்ளை நிறத்தோடு கலந்திருக்கும்.

உடலில் நீண்ட முடியையும் தொங்கும் பெரிய காதுகளையும் கொண்டிருக்கும். நன்றியுள்ள இந்தக் காவல் நாய் அனைவராலும் பெரிதும் விரும்பப்பட்டு அன்பாக வளர்க்கப்படுகிறது.

பாய்ண்டர். ஏறத்தாழ 20 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாய் ஸ்பெயின் நாட்டைச் சேர்ந்தது. இது எலுமிச்சை நிறமும் வெள்ளை நிறமும் கலந்தோ, ஆரஞ்சு நிறமும் வெள்ளை நிறமும் கலந்தோ, கறுப்பு நிறமும் வெள்ளை நிறமும் கலந்தோ காணப்படும். இது மென்மையான தோலுடன் அழகாகக் காணப்படும். இது அன்பாகவும் மென்மையாகவும் பழகக்கூடியது.

ஐரிஷ் ஷெட்டர். இந்நாய் அயர்லாந்து நாட்டைச் சேர்ந்தது. ஏறத்தாழ 20 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாய் யார்க்ஷயரில் உள்ள ஏர்ரீ பள்ளத்தாக்கைச் சேர்ந்தது. இதன் உடல் கறுப்பு வண்ணத்திலும் தலையும், காதுகளும் பழுப்பு வண்ணத்தில் கரும் புள்ளிகளுடனும் காணப்படும். இந்நாய் டெர்ரியர் இனத்திலேயே மிகப்பெரியதாகும். இதன் முடியை அடிக்கடி வெட்டிப் பராமரிக்க வேண்டும்.

புல் டெர்ரியர். ஏறத்தாழ 20 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாய் இங்கிலாந்து நாட்டைச் சேர்ந்தது. இது தூய வெள்ளை நிறத்தில் காணப்படும். தலையில் மட்டும் சில புள்ளிகள் இருக்கக்கூடும். இதன் உடல் உறுதியான கட்டமைப்பைக் கொண்டிருக்கும். தலை நீளமாகவும், கீழ்நோக்கிச் சாய்ந்த வண்ணமும் இருக்கும். மிகுந்த சுறுசுறுப்பு, செயல்திறன், அன்புணர்ச்சி ஆகியன இவ்வினத்தின் சிறப்பியல்புகளாகும்.

வேட்டை போன்ற விளையாட்டுக்கு ஏலாத நாய்கள். இவ்வகை நாய்களில் 3 வகையுள்ளன. அவை பணிகளுக்கான நாய்கள், பிற நாய்கள், பொம்மை நாய்கள் ஆகியவையாகும்.

பணிகளுக்கான நாய்கள். இவ்வகை நாய்கள் உருவத்தில் பெரியனவாகவும், எடையும், வலிமையும் மிகுந்துள்ளனவாகவும் காணப்படும். இந்நாய்களைக் குட்டியிலிருந்தே கண்டிப்போடு வளர்க்காவிட்டால் பின்னால் எளிதில் அடக்க முடியாது. இவ்வகை நாய்கள் மனிதனுக்குப் பல துறைகளில் பணிபுரிந்து வருகின்றன. இவற்றுள் சில; அல்சேஷன், பாக்சர், புல் மாஸ்டிஃப், ரஃப் கூலி, கிரேட்டன், ரோட் வீய்லர், ஸ்மூத் கூலி, எஹட்லாண்ட் ஸீப்டாக், செயிண்ட் பெர்னார்ட்.

அல்சேஷன். ஏறத்தாழ 40 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாய் ஜெர்மன் நாட்டைச் சேர்ந்தது. இது கறுப்பும், பழுப்பும் கலந்த சாம்பல் நிறம், சிவப்பு கலந்த மஞ்சள் நிறம், சிவப்பு கலந்த மர நிறம் போன்ற வண்ணங்களில் காணப்படும்.

இந்நாய் நல்ல தசைப் பற்றையும் நீண்ட வலிமையான பின்கால்களையும் கொண்டிருக்கும். பயிற்சி அளிக்கப்பட்ட நாய்கள் பல வகைகளில் பயன்படுகின்றன. காவல் துறையில் துப்பறிவதற்கும் கூட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கும் ராணுவத்தில் தகவல் கொண்டு செல்வதற்கும் செஞ்சிலுவைச் சங்கத்தில் காயம் பட்டோருக்கு மருத்துவம் அளிக்கவும் இடர்விளையும் நேரத்தில் காப்பாற்றும் பணிக்கும் வீட்டுக் காவலுக்கும் பயன்பட்டு வருகின்றன.

சிஹூஹூ. ஏறத்தாழ 2 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாய் மெக்சிகோ நாட்டைச் சேர்ந்தது. பலவகை நிறங்களில் காணப்படும் இது மிகச் சிறிய நாயாகும். இதில் 2 வகை உண்டு. குழந்தைகளோடு பழகுவதற்கும் மாடி வீடுகளுக்கும் ஏற்ற இனம்.

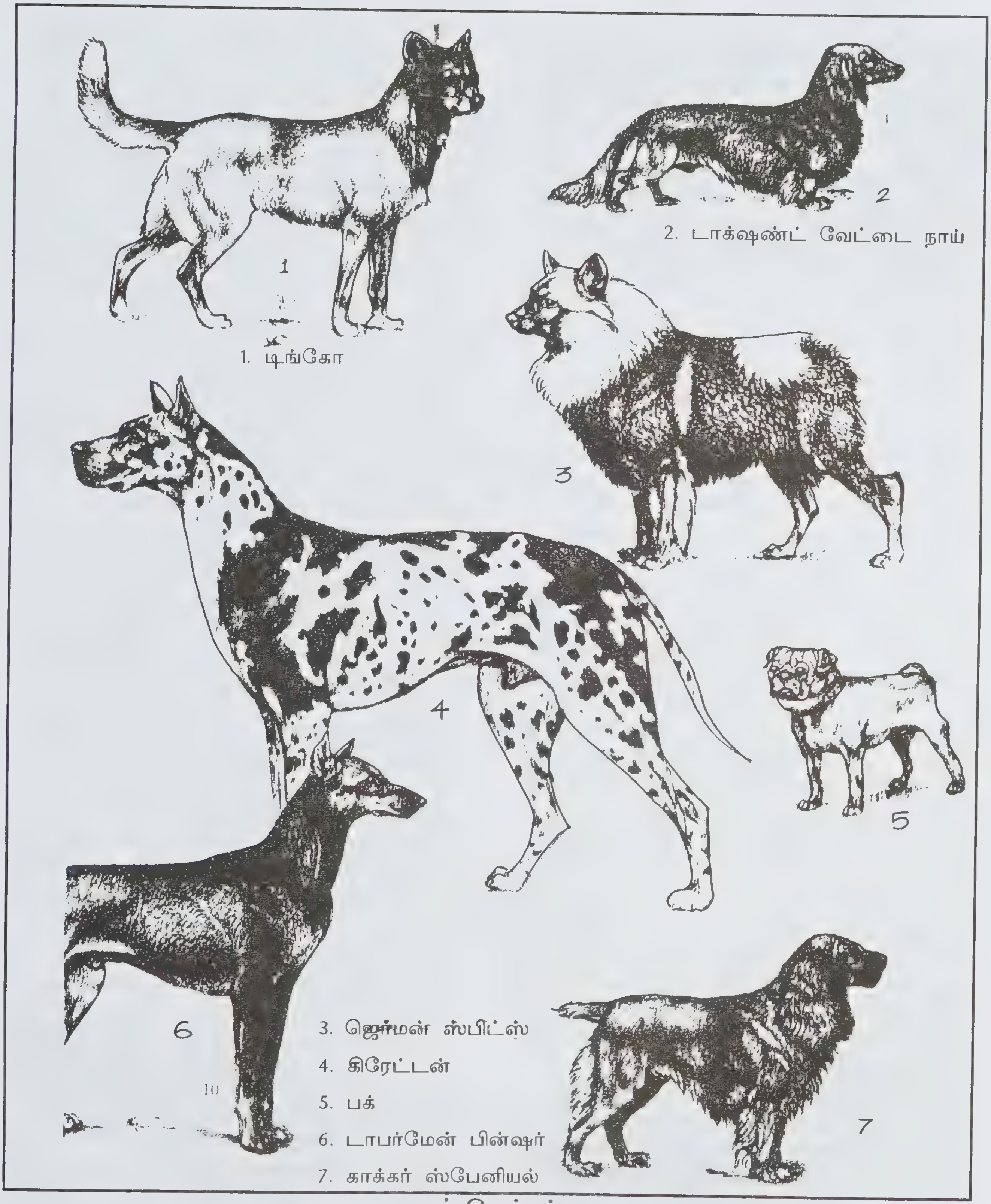
மால்டீஸ். ஏறத்தாழ 3 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாய் மால்டா தீவைச் சேர்ந்ததாகும். வெள்ளை நிறத்தில் காணப்படும் இது கிரீஸ் மற்றும் ரோமானிய நாடுகளில் மிகவும் அன்போடு பழங்காலத்தில் வளர்க்கப்பட்டது. மென்மையான முடி அமைப்பைக் கொண்டிருக்கும் இதன் முடிப் பராமரிப்பில் மிகுந்த கவனம் தேவை. இது சிறு குழந்தைகளுக்கு மிகவும் விருப்பமான சிறிய இனமாகும்.

பீகிங் கீஸ். ஏறத்தாழ 5 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாய் சீனாவைச் சேர்ந்த பீகிங் நகரத்தைத் தாயகமாகக் கொண்டது. வெள்ளை, பல கலவை நிறங்களில் காணப்படும் இது உறுதியான உடலமைப்பையும் மிகுதியான அறிவுக் கூர்மையையும் கொண்டிருக்கும். மிக அதிக அளவில் முடியைக் கொண்டிருக்கும். முடி நீளமாக இருக்கும். நல்ல கம்பீரமான தோற்றத்தைக் கொண்டிருக்கும் இது வீட்டில் அன்போடு வளர்ப்பதற்கு ஏற்றது.

தமிழக நாய் இனங்கள்

தமிழகத்திலும் சில சிறப்பு வாய்ந்த நாய் இனங்கள் உண்டு. இந்நாய்களைத் தற்போது எவரும் ஆழ்ந்த ஈடுபாட்டுடன் வளர்க்க விரும்பாமையால் இவ்வினம் நசிந்து வருகிறது. அவற்றுள் சில இராஜபாளையம், கோம்பை, சிப்பிப்பாறை, கன்னி.

இராஜபாளையம். ஏறத்தாழ 25 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாய் இராஜபாளையத்தைத் தாயகமாகக் கொண்டதாகும். இதன் நுனி மூக்கும், வாயும் இளஞ்சிவப்பு நிறத்தைக் கொண்டிருக்கும். கழுத்துப்



1. டிங்கோ

2. டாக்ஷண்ட் வேட்டை நாய்

3. ஜெர்மன் ஸ்பிட்ஸ்

4. கிரேட்டன்

5. பக்

6. டாபர்மேன் பின்ஷர்

7. காக்கர் ஸ்பேனியல்

நாய் இனங்கள்

பகுதியில் தோல் சுருக்கம் காணப்படும். தந்த வெள்ளை நிறத்தில் முடியும், ஒட்டிய வயிறும் கொண்டிருக்கும். இது காட்டுப் பன்றி, மான் போன்ற விலங்கினங்களை வேட்டையாட ஏற்ற இனம்.

கோம்பை. ஏறத்தாழ 40 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாய் மதுரை மாவட்டத்தில் உள்ள கோம்பை என்னும் ஊரைச் சார்ந்தது. இந்நாய் பழுப்பு நிறத்தைக் கொண்டிருக்கும். அகன்ற நீளமான தலையையும், பருத்த கால்களையும் கொண்டிருக்கும். இந்நாய் அறிவுக் கூர்மையோடும், அன்போடும் காணப்படும். வேட்டையாடவும் வீட்டுக் காவலுக்கும் ஏற்ற இனம்.

பாக்சர். ஏறத்தாழ 30 கி.கி எடையுள்ள இந்நாய் ஜெர்மன் நாட்டைச் சேர்ந்தது. மஞ்சள், வெள்ளை மற்றும் பழுப்பு நிறக்கலவை ஆகிய நிறங்களில் காணப்படும். வளைவான மண்டையையும், குட்டையான முக அமைப்பையும் கொண்டிருக்கும். இதைச் சற்றுப் பெரிய அறையில் வளர்க்க வேண்டும். துணிவைக் கொண்டிருக்கும் இந்நாய் சிறந்த காவல் நாயாக விளங்குகிறது.

டாபர்மென் பின்சர். ஏறத்தாழ 25 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாய் ஜெர்மன் நாட்டைச் சேர்ந்தது. கறுப்பு, பழுப்பு, நீல நிறங்களைக் கொண்டிருக்கும். இது கம்பீரமாகவும், உயரமாகவும் காணப்படும். குட்டி பிறந்த 5 நாள்களில் இதன் வாலை 2 அல்லது 3 வால் எலும்புகளை விட்டு வெட்டிவிட வேண்டும். வீட்டுக் காவலுக்கும், காவல் துறையில் துப்பறிவதற்கும், ராணுவத்திற்கும், விழி இழந்தோருக்கு வழி காட்டுவதற்கும் இது பயன்படுகிறது.

கிரேட்டேன். ஏறத்தாழ 60 கி.கி எடையுள்ள இந்நாய் எகிப்து நாட்டைச் சேர்ந்தது. இந்நாய் 90 கி.கி. வரை எடை கொண்டிருக்கும். இது கறுப்பு, நீலம் மற்றும் வெள்ளை ஆகிய நிறங்களில் காணப்படும். தலை நீளமாகவும், முகம் அகன்றும் காணப்படும். இதன் குரலே பிறரை அச்சுறுத்தும் தன்மை பெற்றிருக்கும். இதற்குத் தகுந்த உணவும், உடற்பயிற்சியும் தேவை. இது மிகவும் அறிவுக் கூர்மையோடும் தோழமையோடும் அன்போடும் பழகக் கூடியதாகும். இது சிறந்த காவல் நாயாகவும் பண்ணை நாயாகவும் பயன்படுகிறது.

பிற பயனுள்ள நாய்கள். நாய்கள் பலவிதமான பணிகளுக்குப் பயன்படுகின்றன. பல்வேறு வடிவில் காணப்படும் அவற்றுள் சில: புல்டாக், டால்மேசன், பூடில், பாஸ்டன், ஸ்பிட்ஜ், லாசா ஆப்சோ, திபெத்தியன் ஸ்பேனியல், திபெத்தியன் டெர்ரியர்.

புல்டாக். ஏறத்தாழ 25 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாய் இங்கிலாந்து நாட்டைச் சேர்ந்தது. இது மர நிறத்தில் காணப்படும். முகத்தின் முகப்புப்பகுதி கறுப்பு நிறத்தில் இருக்கும். அகன்ற சதுரமான பெரிய தலையையும், குட்டையான அகன்ற முகவமைப்பையும், குறுகிய கழுத்தையும் கொண்டிருக்கும். இதே வகையில் பிரெஞ்சு புல்டாக் எனப்படும் சிறிய இனமும் உண்டு. பிரான்ஸ் நாட்டில் முற்காலத்தில் இந்நாய்களைக் கொண்டு மாட்டுச் சண்டைபோல் நாய்ச் சண்டையை நடத்தியுள்ளனர். இதுவே இதன் பெயருக்கான காரணமாகும். இது வலிவும் துணிவும் மிக்கது.

டால்மேசன். ஏறத்தாழ 25 கிலோ எடையுள்ள இந்நாய் யூகோஸ்லேவியா நாட்டைச் சேர்ந்தது. இது வெள்ளை நிறத்திலிருக்கும். உடல் முழுவதும் கறுப்பு அல்லது பழுப்பு நிறத்தில் வட்டமான புள்ளிகளிருக்கும். அழகிய தோற்றத்தோடு காணப்படும் இந்நாயின் சிறுநீர்க் குழாய்களில் எளிதில் சிறுநீர்க்கற்கள் தோன்றித் துன்பம் கொடுக்கக்கூடும். சில சமயங்களில் இதன் குட்டிகள் முழுச் செவிடாகப் பிறக்கவும் வாய்ப்புண்டு.

பூடில். இந்நாய் பிரான்ஸ் மற்றும் ஜெர்மன் நாட்டைத் தாயகமாகக் கொண்டதாகும். இதில் பெரிய வகை, சிறிய வகை, பொம்மை வகை என்று 3 பிரிவுகள் உண்டு. இதன் உயரம் 25-55 செ.மீ. என வகைக்கு ஏற்றவாறு இருக்கும். கறுப்பு, வெள்ளை, நீலம், பழுப்பு நிறங்களில் காணப்படும். இதன் முடி மிக அழகாகவும் உதிராத் தன்மையுடனும் காணப்படும். இதன் முடியை விருப்பத்திற்கு ஏற்றவாறு எழிலாக வெட்டிவிடுவார்.

லாசா ஆட்சோ. மாறுபட்ட எடையுள்ள இந்நாய் திபெத் நாட்டின் லாசா நகரைச் சேர்ந்தது. இந்நாய் பொன்னிறம், தேன் நிறம், மணல் நிறம், சிவப்பு நிறம் எனக் காணப்படும். இந்நாய்க்குக் கண்களையே மூடும் அளவிற்கு மிகவும் அடர்த்தியான முடி இருக்கும். மிகவும் அழகான நன்றியுள்ள இந்நாய் வீட்டுக் காவலுக்கும் குழந்தைகளுடன் பழகவும் மிகவும் ஏற்றது. இதன் முடிப் பராமரிப்பில் மிகுந்த கவனம் செலுத்த வேண்டும்.

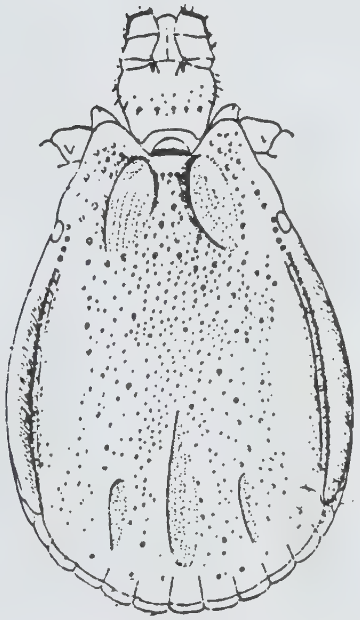
பொம்மை நாய்கள். பொதுவாக இவ்வகை நாய்கள் சிறிய உடல் அமைப்பைக் கொண்டிருக்கும். வீட்டில் விளையாட்டுப் பொம்மைபோல் இதனை வைத்துக் கொள்ளப் பலர் விரும்புவதுண்டு. இந்நாயே அதிக அளவில் நாய்க் கண்காட்சி மற்றும் போட்டிகளில் கலந்து கொள்கிறது. அவற்றுள் சில: பொமெரேனியன், பக், பிக்கிங் ஹீஸ், சிஹாஹா, பேபிலான், மால்டீஸ், மினியேச்சர் ஸ்பின்சர், ஆஸ்திரேலியன் சில்க்கீ டெர்ரியர், இடாலியன் கிரே ஹெலிண்ட், இங்கிலீஷ் டாய்மெர்ரியர்.

பொமெரேனியன். ஏறத்தாழ 3 கி.கி. எடையுள்ள இந்நாய் ஜெர்மன் நாட்டைச் சேர்ந்தது. கறுப்பு, வெள்ளை, பழுப்பு நிறங்களில் காணப்படும். மிக நீண்ட முடி கொண்ட அழகிய நாயான இது வீட்டில் அன்போடு வளர்ப்பதற்கு ஏற்றது.

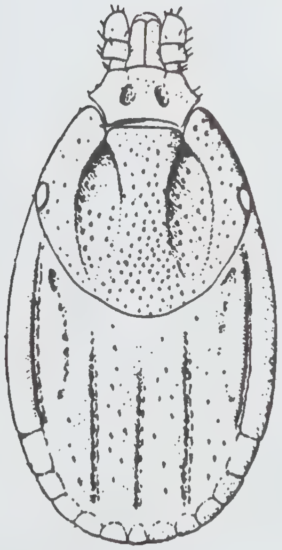
- ஆர். கோவிந்தராஜு

உண்டாக்குகிறது. நாயில் ஒட்டிக்கொண்ட ஒருமணி நேரத்திற்குள் இவ்விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன. ஹமாபைசாலிஸ் வீச்சி எனும் உண்ணி பெபிசிசோயிஸ் என்னும் நோயைப் பரப்புகிறது. ரிபிசெபெலஸ் சேங்குனியஸ் என்னும் ஆங்கில நாய் உண்ணி, பைலேரியா கிரேவி என்னும் நோய்க்குக் காரணமாகிறது.

- தே. வெ. நித்தியானந்தம்



ஆண் ரிஃபிசெபாலசின் மேற்தோற்றம்



பெண் ரிஃபிசெபாலசின் மேற்தோற்றம்

நாய் உண்ணி

நாய் உண்ணி

உண்ணிகள் நாயின் குருதியை உறிஞ்சிச் சோகை போன்ற நோய்களை ஏற்படுத்துகின்றன. மேலும், இக்சோடஸ் ஹெக்சகோனஸ் மஞ்சள் காமாலையை உண்டாக்கி மரணத்தை விளைவிக்கின்றன. இக்சோடஸ் ஹாலோசைகுளுஸ் வாதத்தை

நாய்க்கடுகு

இதற்குப் பெருவேளை, நாய்க்கடுகு, காட்டுக்கடுகு என்றும் பெயர்களுண்டு. இது மழைக் காலங்களில் தோன்றும் ஒரு பருவக் குறுஞ்செடியாகும். 1 மீ. உயரம் வளரக்கூடிய இக்களைச்செடி, ஆப்பிரிக்கா, அரேபியா நாடுகளிலிருந்து தற்சமயம் உலகின் அனைத்து வெப்ப நாடுகளிலும், மலேசியாவிலும் பரவியுள்ளது. இந்தியாவில்

இத்தாவரம் வயல்வெளிகளிலும், தரிசு நிலங்களிலும் உலர்ந்த ஆற்றுக்கரையோரங்களிலும் களைச் செடியாக வளருவதைக் காணலாம்.

நாய்க்கடுகுத் தாவரம், கிளியோம் விஸ்கோசா *(Cleome Viscosa)* என்னும் தாவரவியல் பெயர் கொண்டது. இது கப்பாரேசி அல்லது கப்பாரிடேசி என்னும் இருவித்திலைச் தாவரக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இத்தாவரம் முழுவதும் காம்புடைய சுரப்பிகள் நிறைந்துள்ளமையால் குழகுழப்புத் தன்மை காணப்படுகிறது. தண்டின் நீளவாக்கில் குறுகிய பள்ளங்கள் மாறி மாறி அமைந்துள்ளன. தண்டில் மயிரிழைகள் நிறைந்து காணப்படுகின்றன. நன்கு கிளைத்திருக்கும் இத்தாவரத்தில் 3-5 பிளவுபட்ட சிற்றிலைகள் காணப்படும். இவை காம்பற்று, முட்டை வடிவிலோ தலைகீழான முட்டை வடிவிலோ காணப்படுகின்றன. நடுவில் அமைந்திருக்கும் சிற்றிலை சிறியதாக உள்ளது. தாவரத்தின் கீழ்ப்பகுதியிலுள்ள இலைகள் நீண்ட காம்பினையும், மேற்புறத்திலுள்ள இலைகள் குட்டையான காம்பினையும் கொண்டுள்ளன. ரெசீம் வகை மஞ்சரி காணப்படும். மலர்கள் நீண்ட காம்புடையவை. மலரடிச் செதில் இல்லை. ஒழுங்கான, ஆரச்சமச்சீர் கொண்ட முழுமையான மஞ்சள்நிற இருபால் மலர்கள் நான்கு அங்க அமைப்புடையவை. புல்லிதழ்கள் நான்கும் தனித்தவை. அல்லிதழ்கள் நான்கும் நகம் போன்று வளைந்திருக்கும். தனித்த அல்லிதழ்கள் தொடுவிதழமைவில் காணப்படுகின்றன. 12-24

1, கிளை 2. சூலகத்தின் நீள் வெட்டுத்தோற்றம் 3. சூலகத்தின் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம். 4. உட்புற அல்லி இதழ் 5. வெளிப்புற அல்லி இதழ் 6. உள்புற இதழ் 7. வெளிப்புற இதழ்கள் 8. மகரந்தக் கேசரமும் சூலகமும் 9. விதை 10. மலர்

நாய்க்கடுகு **(*Cleome viscosa*)**

மகரந்தகேசரங்கள் காணப்படுகின்றன. மகரந்தத்தாள் நீளமானது. இரு சூலிலைகள் இணைந்து ஓர் சூலறை கொண்ட மேல்மட்டச் சூல்பையில் எண்ணற்ற சூல்கள், சுவரொட்டு முறையில் இரு அடுக்குகளாக அமைந்திருக்கின்றன. சூலகத்தண்டு குட்டையானது. சூலகமுடி உருண்டையானது. உலர் வெடிகனி வகையைச் (Siligua) சேர்ந்தது. விதைகள் எண்ணற்றவை. மலர்களும், காய்களும் ஆண்டு முழுவதும் இத்தாவரத்தில் காணப்படுகின்றன. இத்தாவரம் கரிப்புச் சுவையும், கசப்பும், கெடு மணமும் கொண்டது.

பயன். இத்தாவரம் குளிர்ச்சியைத் தரும். இரைப்பைக்கு வலுவூட்டி அதன் செயல்பாட்டை அதிகரிக்கவும், குடற்புழுக்களை அகற்றவும், சிறுநீரைப்பெருக்கி வெளியேற்றவும், மலமிளக்கியாகவும், கபம் நீக்கியாகவும் இத்தாவரம் பயன்படுகிறது. கட்டிகளையும், வீக்கத்தையும் குறைப்பதால் தோல் நோய்களுக்கு மருந்தாகிறது. மேலும், அரிப்பு, புண், தொழுநோய், மலேரியாக் காய்ச்சல், செரியாமையால் ஏற்படும் காய்ச்சல் போன்றவற்றிற்கும் பயனாகிறது. குருதியைப் பெருக்கும் திறன் கொண்டுள்ளமையால் குருதித் தொடர்பான நோய்களுக்கும், கருப்பைக் கோளாறுகளுக்கும் பயன்படுத்தலாம்.

இத்தாவரம் இருமலையும், குடலில் ஏற்படும் நொதித்தலையும் அகற்றும். இலைச்சாறு காதுவலிக்கு நல்ல மருந்தாகும். இலைகளை அரைத்துத் தோலில் இட எரிச்சல் தணியும். விதைகள் குடற்புழுக்களை அகற்றவும், காய்ச்சல், வயிற்றுப்போக்கு ஆகியவற்றிற்கு மருந்தாகவும் பயனாகின்றன. ஆஸ்திரேலியப் பழங்குடியினர் தலைவலியை அகற்ற, இத்தாவரத்தின் வேர்களைப் பயன்படுத்துவர். இத்தாவரத்தின் வேர்களும், விதைகளும் இதயத்தைத் தூண்டுமென இலங்கை மக்கள் கருதுகின்றனர். பாம்புக்கடிக்கு உள்மருந்தாகவும் இதைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

- நா. வெங்கடேசன்

துணைநூல். B.P.Pandey, *Taxonomy of Angiosperms*, S.Chand & Co., New Delhi, 1982.

நாய்களில் கொக்கிப்புழு

கொக்கிப்புழுக்கள் நாய்களைத் தாக்கும் உருண்டைப் புழுக்கள் (namatodes) வகையைச் சார்ந்தவை. இப்புழுக்கள் நாய் தவிர, பூனை, ஆடு, மாடு மனிதர்களையும் தாக்கவல்லவை.

இனங்கள்

ஆங்கிலோஸ்டோமா கெனைனம் *(Ancylostoma caninum.* இவ்வின ஆண்புழுக்கள் 12 மி.மீ. நீளமும், பெண்புழுக்கள் 15 மி.மீ. நீளமுமுடையவை. இவை நாய், பூனை ஆகியவற்றைத் தாக்கும். இவ்வினம் சிறுகுடலில் தங்கியிருந்து பாதிப்பை ஏற்படுத்தும்.

ஆங்கிலோஸ்டோமா பிரேசிலியன்ஸ் *(Ancylostoma brazeliense).* இவ்வினம் நாய், பூனைகளைத் தாக்கக்கூடியது. ஆண்புழு 6-8 மி.மீ. நீளமும் பெண் புழு 7-10 மி.மீ நீளமுமுடையவை. இப்புழுக்களும் நாயின் சிறுகுடல் பகுதியிலேயே தங்கியிருந்து பாதிப்பை ஏற்படுத்தும்.

அனிசினேரியா ஸ்டேனோசெஃபாலா *(Uncinarie stenocephala).* இவை ஐரோப்பா மற்றும் அமெரிக்க நாடுகளில் நாய்களை மிகுதியும் பாதிக்கக்கூடிய புழுக்களாகும்.

பரவும் முறை. நீளமான மெல்லிய தோலுள்ள கொக்கிப்புழு முட்டைகள் 2-8 உயிரணுக்கள் வரையுள்ள உயிரணுப்பிரிதல் (cell division) நிலையில் நாயின் மலத்தின் வழியாக, நோய் பாதிக்கப்பட்ட 15-20 நாள்களில் வெளித் தள்ளப்படுகின்றன. இவை கருவடைதலில் (embryonation) முழுமை பெற்று 24-72 மணி நேரத்திற்குள் மிதவெப்பம் மற்றும் ஈரப்பதமுள்ள மண்வெளியில் பொறிக்கப்படுகின்றன.

வாய்வழிப்பரவுதல். பொதுவாகப் பொறித்த இளம் புழுக்கள் (larva) வாய் வழி உட்கொள்ளப்படுவதன் மூலமே, நோய்த் தொற்றுதல் (infection) ஏற்படுகிறது. இவ்வாறு உட்கொள்ளப்பட்ட இளம் புழுக்கள் சிறுகுடலில் இரண்டாம் கால்பகுதியில் (second quarter of small intestine) முதிர்வடைகின்றன. இம்முறையில், இளம் புழுக்கள் சிறுகுடல் சுவர் வழிப் புகுந்து குருதியில் கலந்து இதயம் வழியாக நுரையீரலை அடைகின்றன. நுரையீரலில் காற்றுப் பைகளை (alveol) உடைத்துக்கொண்டு, சிறுமூச்சுக்குழாய் (bronchi) மற்றும் பெருமூச்சுக்குழாய் (trachmes) வழியாக உள்தொண்டைப் (pharynx) பகுதியையடைகிறது. அப்போது, இருமல் ஏற்படும்போது இளம்புழுக்கள் உட்கொள்ளப்பட்டுச் சிறுகுடலை அடைந்து முதிர்கின்றன.

தோல்வழிப்பரவுதல். தோல்வழி உட்புகுந்த இளம்புழுக்கள் குருதிக் குழாயில் புகுந்து, மேற்கூறியவாறு இதயம், நுரையீரல், சிறு மூச்சுக்குழாய்,

பெருமூச்சுக்குழாய், உள்தொண்டை வழியாக விழுங்குவதன் மூலம் சிறுகுடலை அடைந்து முதிர்கின்றன. இந்த நுரையீரல் மூலம் பரவும் முறை நிறைவு பெற 2-7 நாள்கள் ஆகின்றன. அன்சினோரியாஸ்டெனோ செஃபாலா இனத்தில் தோலுட் புகுமுறையில் பரவுதலரிது. இதில் 95% இளம்புழுக்கள் வளர்ச்சியடைவதில்லை.

3 மாதத்திற்கு மேற்பட்ட நாய்க்குட்டிகளில் ஆங்கிலோஸ்டோமாகெனைனம் இளம்புழுக்கள் செயல்திறனிழந்து தசைப்புறத் திசுக்களில் தேக்கநிலை அடைகின்றன. சினையுற்ற காலத்தில் மீண்டும் செயல்திறன் பெற்றுப் பால் சுரப்பிகளில் தங்கியிருக்கின்றன.

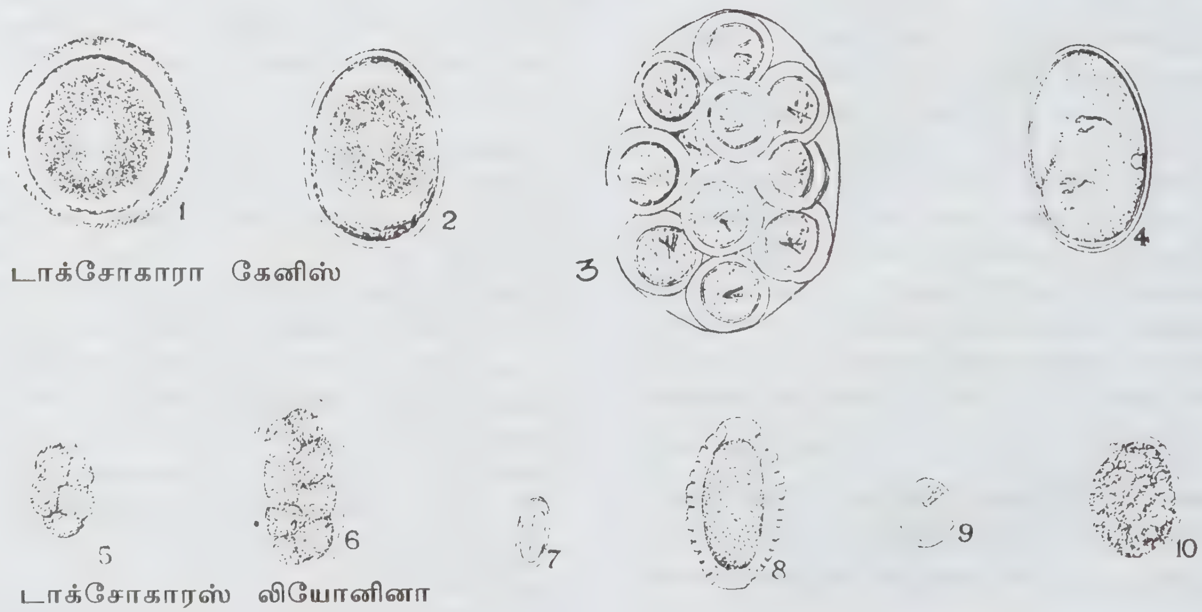
கருவறைப்வழிப்பரவல். சில சமயங்களில் சினையுள்ள பெண் நாயின் குருதி மூலம் கருப்பையில் கருவுறை வழி இளம்புழுக்கள் உட்புகுந்து குட்டிகளில் நோய்த்தொற்று ஏற்பட்டுக் குட்டிகள் ஈன்றெடுக்கப்பட்ட பின்னரே முதிர்வடைகின்றன.

பால்வழிப்பரவல். நாய்க்குட்டிகளில் சீம்பால் ஊட்டுவதன் மூலம் இளம்புழுக்கள் பரவுகின்றன.

நோய்ப் பாதிப்பு. கொக்கிப்புழுக்கள் நாய்க்குட்டிகளைப் பெரிதும் பாதிக்கவல்லவை. குருதியிழப்பும் அதன் தொடர்புடைய நோய் அறிகுறிகளுமே முக்கிய பாதிப்பாகும். அதாவது, ஒரு புழுவினால் ஒரு நாளைக்கு 0.001 - 0.1 மி.கி. குருதியிழப்பு ஏற்படும். புழுக்கள் குருதியை உறிஞ்சுவதன் மூலம் ஏற்படுவதைவிட நாயின் சிறுகுடலில் கொக்கிப்புழுவின் இடமாற்றத்திற்குப் பிறகு உண்டாகும் குருதிக் கசிவின் மூலம் ஏற்படும் குருதியிழப்பே மிகுதி. இதன் காரணமாகக் குருதியின் புரத அளவு 10% குறைகிறது. எனவே, குருதிப்புரதக் குறைவு (hypoproteinaemia) ஏற்படுகிறது.

மேலும், இந்த இளம்புழுக்கள் நகர்தல் மூலம் தோல் வீக்கம் ஏற்படுகிறது. இவ்வீக்கம் பெரும்பாலும் நாயின் பாதவிரலிடைப் பகுதியில் ஏற்படுகிறது. நாய்க் குட்டிகளில் நுரையீரல் வீக்கமும், பின்விளைவாக நுரையீரல் சுருங்குதலும் ஏற்படும்.

நாய்களில் நோயூக்கும் நுண்ணுயிரிகளின் முட்டைகள்



1. டாக்சோகாரா கேனிஸ்
2. டாக்சோகாரஸ் லியோனினா
3. டிபைலிடியம் கேனியம்
4. லிங்குவாடுலா செரட்டா
5. ஆங்கைலோஸ்டோமா கேனியம்
6. ஆங்கைலோஸ்டோமா பிரேசிலியன்ஸ்
7. ஸ்பைரோசர்க்கா லூப்பி
8. டயாக்டோஃபைமா ரீனல்
9. மீசோசிஸ்டாய்டஸ் லினியேட்டஸ்
10. டைஃபெல்லோபோத்ரியம் லேட்டம்

அறிகுறிகள். மிகையான குருதியிழப்புக் காரணமாகக் குருதிச்சோகை கண்டு பின்னர் மரணமும் ஏற்படலாம். மிதமான குருதிப்போக்கின் காரணமாகக் குருதிச்சோகை உடலிளைப்பு, திறமின்மை, உணவு உண்ண மறுத்தல், கரிய நிறக் கழிச்சல், சில சமயங்களில் வாந்தி எடுத்தல் போன்ற நோய் அறிகுறிகள் ஏற்படும்.

நோய் அறிதல். மேற்காணும் நோய் அறிகுறிகள் மூலமும், நாயின் மலத்தில் கொக்கிப் புழுவின் முட்டைகளை நுண்ணோக்கி மூலம் காண்பதன் மூலமும் நோய் அறியலாம்.

மருத்துவம். ஃபெபெண்டசோல் (febendazole) மருந்தை நாய் உணவுடன் சேர்த்துக் கொடுக்கலாம். பைரண்டல் பாமோயேட் (pyrental pamoate) மாத்திரையாகவோ நீர்மமாகவோ வாய்வழிக் கொடுக்கலாம். டைசோஃபீனாலைத் (disophenol) தோல்கீழ் ஊசியென ஒரேமுறையாகக் கொடுக்கலாம். டைதயசேனின், பெஃபானியம் ஹைட்ராக்சி நாட்தோயேட் (bephanium hydroxy nathoate) போன்ற மருந்துகளை வாய்வழிக் கொடுத்துப் புழுக்களைக் கொல்லலாம். மெபண்டசோல் (mebendazole) புழுக்கொல்லி மருந்தைப் பிரித்தளித்தல் (multiple dose) முறையில் கொடுக்கலாம். மேற்காணும் புழுக்கொல்லி மருந்துகளுடன் குருதிச் சோகைப் பாதிப்பை வைத்துக் குருதி மற்றும் புரதமிகு மருந்துகளும் கொடுக்கலாம். மேலும் குருதியிழப்பிருப்பின் நாய்க்குக் குருதி செலுத்த வேண்டும்.

தடுப்பு முறை. பெண் நாய்களுக்குக் இனப்பெருக்கத்திற்கு முன் குடற்புழு நீக்கம் செய்ய வேண்டும். சினைக் காலத்தில் நோயில்லாப் பகுதியில் நாய்கள் பராமரிக்கப்பட வேண்டும். குட்டிகள் தூய்மையான தரையில் ஈன்றெடுக்கப்பட வேண்டும். வாரமிருமுறை வெந்நீரால் கழுவப்பட்ட கற்காரைத் தரைகளில் குட்டிகள் பராமரிக்கப்பட வேண்டும். களிமண் தரையாக இருந்தால் சோடியம் போரேட் கொண்டு தூய்மை செய்யப்பட வேண்டும். சினையற்ற நாய்களுக்குப் ஃபெபெண்டசோல் கொடுப்பதன் மூலம் நாய்க் குட்டிகளில் கொக்கிப் புழுக்களின் எண்ணிக்கையைக் குறைக்கலாம்.

- *அ. ராஜேந்திரன்*

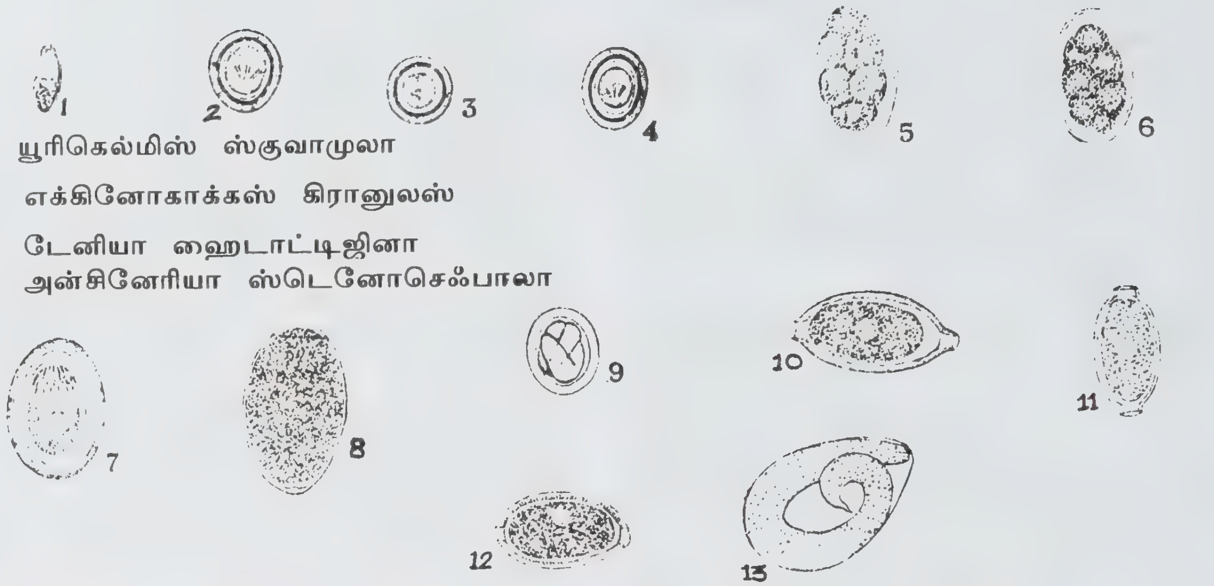
நாய்களில் நாடாப்புழு

வளர்ப்பு விலங்குகளின் குடல்களில் வாழும் ஒட்டுண்ணிகள் நாடாப்புழுக்கள் ஆகும். இவை பொதுவாகத் தலைப்பகுதியும் உடலமைப்பும் கொண்டவை. தலைப்பகுதி விலங்குகளின் குடல்களில் பற்றிக் கொண்டுள்ளது. 2 அல்லது 4 உறிஞ்சு வாய்கள் தலைப்பகுதியில் இருக்கும். புதிது புதிதாக உற்பத்தி செய்யப்பட்டு வளர்ச்சியடைந்த பகுதிகள் விலங்குகளின் கழிவுகள் மூலம் வெளியேற்றப்படுகின்றன. இந்தப் பகுதிகளில் கருத்தரித்த முட்டைகள் நிறைந்திருக்கும். இந்தப் புழுக்களுக்குத் தனியாக உணவு மண்டலப் பிரிவில்லை. ஒவ்வொரு பகுதியிலும் கழிவு உறுப்பாக நீண்ட குழாய்கள் உள்ளன. ஒவ்வொரு பகுதியும் ஆண், பெண் இனப்பெருக்க உறுப்புக்களைக் கொண்டுள்ளது. முதிர்ச்சியடைந்த பகுதிகள் கழிவுப் பொருள்களுடன் வெளியேறித் தரையில் வீழ்கின்றன. பிற விலங்குகள் தரையிலிருந்து முட்டைகளை விழுங்கி அவற்றின் குடல்களில் புழுக்கள் வெளிவந்து மீண்டும் வளர்ச்சியடைகின்றன.

நாய்களில் காணப்படும் நாடாப்புழுக்கள் டைஃபைலோ பாத்ரியம், டீனியா ஆகிய இனங்களைச் சேர்ந்தவை. டீனியா இனப்புழுக்களின் முட்டைகள் முதலில் இடைப்பட்ட விலங்குகளில் வளர்ச்சியடைந்து பின்னர் நிலையாகத் தங்கும் விலங்கான நாயின் குடலை அடைகின்றன. இவை விலங்குகளில் பெரிய அளவிலான நீர்க்கட்டிகள் போன்ற அமைப்பினை ஏற்படுத்துகின்றன. இதே போல் எக்கைனோகாக்கஸ் எனப்படும் இனமும் பெரிய கட்டிகளை முக்கியமான உறுப்புகளில் ஏற்படுத்துகிறது. இவற்றால் அந்த விலங்குகளின் உயிருக்கே கேடு ஏற்படும். ஆடு, மாடு, பன்றி போன்றவை இடைப்பட்ட விலங்குகளாகும். இவற்றில் மனிதனும் ஓர் இடைப்பட்ட வளர்ப்பு விலங்காகச் செயல்படக்கூடும்.

நாடாப் புழுப் பாதிப்பு, நாய்களில் மிகுதியாக வெளிப்படுவதில்லை. பெரும் எண்ணிக்கையில் இவை குடலில் அடைப்பானை ஏற்படுத்தும். குடல் பாதிப்புகள், வலிப்பு போன்றவை ஏற்படலாம். நாய்கள் பின்பகுதியைத் தரையோடு தேய்த்து நகரும். நாய்களின் வலிமையை ஆய்வு செய்வதன் மூலம் இப்புழுக்களின் முட்டைகளை அடையாளம் கண்டு புழுத் தாக்கத்தை உறுதிப்படுத்தலாம்.

நாய்களில் நோயூக்கும் நுண்ணுயிரிகளின் முட்டைகள்



1. யூரிகெல்மிஸ் ஸ்குவாமுலா
2. எக்கினோகாக்கஸ் கிரானுலஸ்
3. டேனியா ஹைடாட்டிஜினா
4. அன்சினேரியா ஸ்டெனோசெஃபாலா
5. நெகாட்டர் அமெக்கானஸ்
6. ஆன்சிகோலா கேனிஸ்
7. டிராகுளோடெரிமா சால்மின்கோலா
8. பைசாலோப்டிரா கேனிஸ்
9. திரிசூரிஸ் வல்பிஸ்
10. காப்பில்லாரியா பிளிக்கா
11. காப்பில்லாரியா ஏரோஃபிலா
12. ஃபிலாராய்டஸ் ஆஸ்லேரி

நாடாப் புழுக்களை அகற்ற மருத்துவம் வேண்டும். நாய்களில் இவற்றால் பெரும் பாதிப்பு இல்லை எனினும் இவற்றின் இடைப்பட்ட வளர்ச்சி நிலைகளால் மனிதன் உள்ளிட்ட பல விலங்குகளின் உயிருக்குக் கேடு என்பதால் குடற்புழுக்களை நீக்கத் தக்க மருந்துகள் அளிக்கப்பட வேண்டும். இறைச்சிக் கூடங்களில் இறைச்சியினை உட்கொள்ளும் நாய்களில் நாடாப்புழுவின் தாக்கம் மிகுதியாகக் காணப்படும்.

- இரா. வசந்தகுமார்

நாய்த்துளசி

இதைச் சங்கத்துளசி என்றும் கூறுவர். இது ஹோரி பேசில் (Hoary basil) என்றும் குறிக்கப்படும். ஆசிமம் கேனம் *(Ocimum Canum)* என்பது இதன் தாவரப்பெயர். இதற்கு ஆசிமம் அமெரிக்கானம் *(Ocimum Americanum)* என்றும் தாவரவியல் பெயருண்டு. இது லேபியேட்டேக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மருந்துச் செடியாகும். இச்செடியைச் சமவெளியிலும் மலைப்பகுதிகளில் 1 கி.மீ. உயரம் வரையிலும் கூட்டம் கூட்டமாகக் காணலாம். தரிசு நிலங்களில் பெருமளவில் வளர்ந்து காணப்படும் இச்செடியின் இலைகள் மிக்க மணமுள்ளவையாக இருக்கின்றன. நாய்த்துளசியை விதைகள் மூலமாக இனப்பெருக்கம் செய்வதுண்டு. செடியிலிருந்து நீராவி வாலைவடி முறையில் (steam distillation) மஞ்சள் நிற எண்ணெய் தயாரிக்கப்படுகிறது. இந்த எண்ணெய் நாரத்தையின் மணத்தையும் சிறிதளவு கற்பூர மணத்தையும் கொண்டிருக்கும். ஆவியாகும் இந்த எண்ணெய் சோப்பு மற்றும் மணப் பொருள்களில் சேர்க்கப்படுகிறது. இந்த எண்ணெய் இந்தியாவில் மிகக் குறைவாகவே பயன்படுத்தப்படுகிறது. விதையிலிருந்து வடிமுறையில் நிறமற்ற ஆவியாகும் எண்ணெயைத் தயாரிக்கலாம். இந்த எண்ணெய் சோம்பு மணத்தை ஒத்திருக்கும்.

அமைப்பு. இச்சிறு செடி 50 செ.மீ. உயரத்திற்கு வளர்கிறது. தண்டு நான்கு பக்கங்களைக் கொண்டது. இலைகள் முட்டை-நீள்சதுர வடிவில் கூரிய முனையுடன் இருக்கும். இலைகளில் சுரப்பிகள் உண்டு. மஞ்சரியின்

நீளம் 15-25 செ.மீ; மஞ்சரிக் காம்பு பசுமையாக மூன்றாகப் பிரிந்திருக்கும். பூவடிச்செதில்கள் முட்டை வடிவில் கூரிய நுனியுடன் இருக்கும். பூக்காம்பின் நீளம் 2 மி.மீ; புல்லிவட்டத்தில் 5 கதுப்புகள் இருக்கும். மேலுள்ள கதுப்பு 2 மி.மீ. அளவில் முட்டை போன்றிருக்கும். அல்லி இதழ்கள் வெள்ளை அல்லது இளஞ்சிவப்பு அல்லது குங்கும நிறமாகக் கரிய முனையுடன் இருக்கும். மகரந்தத் தாள்கள் நான்கு. மகரந்தக்கம்பி 5 மி.மீ. அளவானது. சூலகத்தண்டின் நீளம் 5.5 மி.மீ; கனியில் புல்லிவட்டம் மிகுதியும் பெருத்திருப்பதில்லை. புல்லிவட்டத்தை விடச் சிறிய பூக்காம்பு வளைந்திருக்கும். விதைகளை நீரில் வைத்திருக்க, குழகுழப்புத் தன்மை ஏற்படும். இச்செடியில் நவம்பர், பிப்ரவரி மாதங்களில் பூக்கள் உண்டாகின்றன.

பயன். இச்செடியில் இலைகளுக்கு மிகுந்த மருத்துவப் பண்புகள் உண்டு. குழந்தைகளுக்கு உண்டாகும் மாந்தக்

நாய்த்துளசி *(Ocimum Canum)*

கழிச்சல், விக்கல், இருமல், சளி ஆகியவற்றிற்கு இலையை இடித்துப் பாலுடன் உள்ளுக்குத் தரலாம். மூலச்சூடு, கணச்சூடு, மேகநோய் உடையோருக்கு இதன் இலையை அரைத்துத் தயிரில் கலந்து காலை மாலை தர அவை குணமாகும். மார்ச்சளி, காசம், இருமல், தொடக்கக் காசநோய்க்கு மிளகும், கஞ்சாங்கோரை இலையும் சேர்த்து அரைத்து வெந்நீரில் தரவேண்டும். இலையை உலர்த்திப் பொடித்துக் காலை நேரத்தில் ஒரு கரண்டி எடுத்துப் பால், சர்க்கரை கலந்து அருந்த வேர்வை நாற்றம் விலகும். இலைச்சாற்றைக் கொப்புளித்து வரப் பல்வலி அகலும். இதன் இலையை அரைத்துத் தடவிக் குளித்துவர உடலில் உண்டாகும் சொறி, சிரங்கு குணமாகும். மூலநோயின்போது ஆசனத்தில் அடிக்கடி தினவு உண்டாவதைத் தடுக்க இலைகளை விளக்கெண்ணெய் விட்டு வாட்டி அந்த இலைகளை இளஞ்சூட்டுடன் ஆசனவாயில் வைத்துக் கட்ட வேண்டும். இலை, கதிர்களுடன், வசம்பு சேர்த்து மைபோல் அரைத்து உடலெங்கும் நன்றாகத் தடவி 1 மணி நேரம் வைத்திருந்து குளிர்ந்த நீரில் 10 நாள்கள் குளித்துவரப் பேன்கள் ஒழியும்.

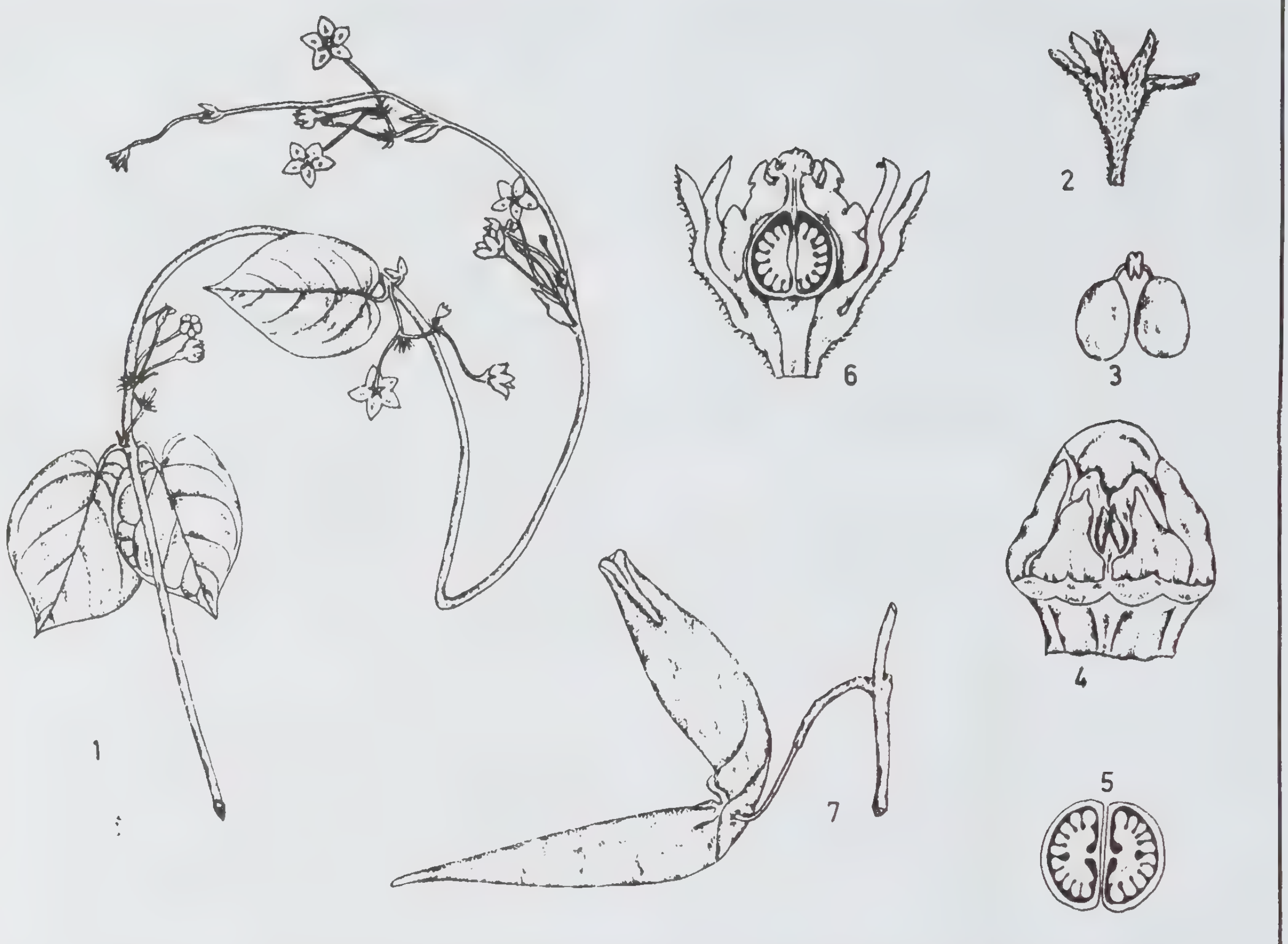
காய்ச்சலின்போது கை, கால் சில்லிட்டு இருந்தால் கை, கால், விரல், நகங்களில் இதன் இலையை மைபோல் அரைத்துத் தடவுவது நல்ல பயன் தரும். இதன் இலை, விதைகளுக்கு நீர்க்கோவை, கீல்வாயு ஆகியவற்றைப் போக்கும் தன்மை உண்டு. இலைகளை நீரில் போட்டுச் சாறெடுத்து அருந்தக் காய்ச்சல் குணமாகும். மூக்கிலிருந்து வரும் குருதியை நிறுத்த உலர்ந்த இலையைக் கொளுத்துவதால் ஏற்படும் புகையை நுகரலாம். அல்லது இலையைப் பயன்படுத்திப் பசையாக்கித் தடவலாம். விதைகள் சிறுநீரைப் பெருக்கும். உடலுக்கு உரந்தரும்.

குளிர்பானங்கள் தயாரிப்பிலும் பயனாகும். இச்செடி எண்ணெய், தொழுநோய்ப் பாக்டீரியாவைக் கொல்லும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நாய்ப்பாலை

இதற்குக் கழுதைப்பாலை, கொடிப்பேய்ப் பாலை, நஞ்சறுப்பான், நஞ்சுமுறிச்சான், நீர்குறிஞ்சா, விஷங்கொல்லி, காசித்தம், குரவளம், தோடகம், கோண்டசனி என்னும் பெயர்களும் உண்டு. எமட்டிக் ஸ்வாலோ வார்ட் என்றும், வாமிட்டிங் ஸ்வாலோ வார்ட் என்றும், இந்தியன் இபிகாகுவானா, நாட்டு இபிகாகுவானா என்றும் இதைக் கூறுவதுண்டு. இதன்



1. கிளை 2. புல்லிவட்டம் 3. மகரந்தத்திரள்கள் 4. மகரந்தக் கேசரமும் ஆண்பெண் உறுப்பு இணைவும் 5. சூலகத்தின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் 6. மலரின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 7. ஒருபுற வெடிகனிகள்

நாய்ப்பாலை ***(Tylophora indica)***

தாவரப்பெயர் டைலோஃபோரா இண்டிகா *(Tylophora Indica)* என்பதாகும். ஆஸ்கிளிபியாஸ் புரோலிஃபெர்ரா *(Asclepias prolifera)*, டை ஆஸ்த்மாட்டிகா *(T. asthmatica)* என்பன இதன் இணை தாவரப்பெயர்களாகும். அஸ்கிளிபியாடேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இக்கொடியின் இலையையும் வேரையும் இபிகாகுவானவிற்குப் பதிலாகப் பயன்படுத்துவதுண்டு.

வளரிடம். இக்கொடியைக் கடற்கரைப் பகுதியிலும், சமவெளியிலும் காணலாம். அஸ்ஸாம், மேற்கு வங்காளம், ஒரிஸ்ஸா, தென்னிந்தியப் பகுதிகளில் 500 - 1000மீ. உயரம் வரை வளர்ந்திருக்கும். இலங்கை முதல் மலேசியா உள்ளிட்ட பல தென்கிழக்கு ஆசிய நாடுகளில் இக்கொடி மிகுந்து காணப்படுகிறது. தென்னிந்தியாவிலுள்ள மணற்பாங்கான காட்டுப் பகுதியில் வளர்ந்திருந்த இதனை ஏற்றுமதி செய்து வந்தனர்.

அமைப்பு. நாய்ப்பாலை நன்கு கிளைத்து வளரும். இதன் இலையில் வெள்ளை நிறப் பால் வடியும். ஒவ்வொரு கிளையும் 1மீ. நீளமுடையதாயிருக்கும். மெல்லிய பல வேர்கள் உண்டு. இவை எளிதில் நொறுங்கும் தன்மையுடையவை. முட்டை வட்டவடிவ இலைகள் எதிரடுக்கில் அமைந்தவை. காம்பருகு பகுதி இதய வடிவானது. இலை தடிப்பாயும் சற்றுத் தோல் போன்றுமிருக்கும். இலைநுனி கூரியதாகவோ சற்று

மழுங்கிய கூர்முனையுடையதாகவோ உள்ளது. இலைக்காம்பின் நீளம் 1.5 செ.மீ. கூட்டுக்குடை மஞ்சரி (umbel) காணப்படும். மஞ்சரிக் காம்பின் நீளம் 3 செ.மீ. சிறிய மலர்கள் இலைக்கோணங்களிலோ உச்சியிலோ அமைந்திருக்கும். புல்லி இதழ்கள் ஐந்து பிரிவானவை. இவை உட்புறத்தில் சுரப்பிகளைக் கொண்டிருக்கும். மடல்கள் நீண்ட ஈட்டி வடிவில் 3 மி.மீ. அளவிலிருக்கும். அல்லி இதழ்கள் மணி வடிவிலிருக்கும். ஆழ்ந்த ஐந்து மடல்கள் சற்றே வலப்புறம் திருகியிருக்கும். அல்லி இதழ்கள் வெளிப்புறத்தில் பச்சை கலந்த மஞ்சள் நிறமாயும் உட்புறத்தில் கருநீல நிறமாயுமிருக்கும். மகரந்தத்தாள் சூழல் அல்லிகளின் அடிப்புறத்திலிருந்து சிறிய உள்வளைந்த சவ்வுப் போன்ற வளரிகளுடன் இருக்கும். மகரந்தத்தாள் தொகுப்பு நுணுக்கமாயிருக்கும். தலைகீழ் முக்கோணச் சூல்பை இரண்டு சூலிலைகளால் ஆனது. சூலகத்தண்டு 0.5 மி.மீ. அளவுடையது. சூலகமுடி 5 கோணங்களாகவோ 5 மடல்களாகவோ இருக்கும். ஒருபுற வெடி கனி (follicle) உருளை வடிவானது. இதன் இரு முனைகளும் கூர்மையாக இருக்கும். தட்டையான முடியுடைய விதைகள் முட்டை வடிவானவை. முளைவேர் உருளை போன்றிருக்கும்.

பயன். நாய்ப்பாலை இலை, தண்டு, வேர் ஆகியவற்றை உலர்த்திப் பொடித்து ஆய்ந்ததில், ஆல்கலாய்டுகள் உள்ளமை தெரிய வந்தது. வேர் இனிப்பும், மணமும் பெற்றது. இலையை உலர்த்தி உண்ணக் காய்ச்சல், பித்தம் விலகும். விந்து பெருகும். மிகுதியாகத் தந்தால் வாந்தி, வாய்ப்புண் உண்டாகும். இலைப்பொடியைத் தந்துவரக் கோழை அகலும். வேர்வை பெருகும். கஞ்சியாக வைத்துக் கொடுக்கச் சீதபேதி, செரியாப் பேதி, சுவாச காசம், கக்குவான் நீங்கும். கொயினாவுடன் கொடுத்தால் முறைக்காய்ச்சல், நச்சுக்காய்ச்சல், மலைக்காய்ச்சல் அகலும். வேரைத் தாய்ப்பாலிட்டு அரைத்து நெற்றியில் தடவ, தலைவலி போகும். இலைச்சாறு பீனிசம், சீதபேதி, வயிற்றுப்போக்கு ஆகியவற்றுக்கு உதவும். இலை, வேருக்கு வெறிநாய்க்கடி நஞ்சைப் போக்கும் குணமுண்டு எனக் கூறப்படுகிறது. வேர் கீல்வாதத்தையும் சந்துவாத வலியையும் போக்கும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நாய் மீ நுண்ணுயிர் ஈரல் வீக்க நோய்

இது ஒரு தொற்று நோய். இந்நோயினை உண்டாக்கும் மீ நுண்ணுயிர் 'அடினோ' வகையைச் சார்ந்தது. இது கல்லீரல் செல்களிலும், குருதி நாளச் செல்களிலும், செல் கருவில் பாதிப்பினை ஏற்படுத்தி, மீ நுண்ணுயிர்ப் பாதிப்புப் பொருள்களாக (inclusion bodies) தோன்றும். அனைத்துப் பருவ நாய்களும் இந்நோயால் தாக்குமுறலாம்.

நோய் பரவுதல். நோய் பெரும்பாலும், இம்மீநுண்ணுயிரிகளை உட்கொள்வதன் மூலமாகவே ஏற்படுகிறது. காற்று மூலம் இந்நோய் மிகுதியும் பரவுவது இல்லை. பாதிக்கப்பட்ட நாயினின்று பிற நாயிற்கு, வெளியிடும் நீர்மங்களின் மூலமாகப் பரவுகிறது. பாதிக்கப்பட்ட நாயின் சிறுநீரகத்தில் இந்த நுண்ணுயிர் நீண்ட நாள்கள் தேங்கி, சிறுநீர் மூலமாக வெளியேற்றப்பட்டு நோயினின்று மீண்ட பின்பும் பரவ வழி வகுக்கிறது.

அறிகுறிகள். நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட நாய்களில் சிறிதளவு காய்ச்சலிலிருந்து மரணம் வரை ஏற்படலாம். காய்ச்சல் 104°C அளவு காணப்படும். 1-6 நாள்கள் வரை இந்நிலை காணப்படும். காய்ச்சல் முதல்நாள் மிகுந்தும், அடுத்த நாள் குறைந்தும், மீண்டும் மிகுந்தும் காணப்படும். காய்ச்சல் அதிகரித்த முதல் நாள், குருதி வெள்ளணுக்களின் அளவு குறைந்து காணப்படும்.

நாய் காய்ச்சலுடனும், தாகத்துடனும், சவ்வு வீங்கியும், கண் மற்றும் மூக்கிலிருந்து நீர்க்கசிவுற்றும் காணப்படும். வாயின் சவ்வு குருதிச் சிவப்புடனும், அடிநாப் பகுதிகள் வீங்கியும், சில நேரங்கில் வயிற்று வலியுடனும் காணப்படும். சில நாய்கள் வாந்தியும் எடுக்கும். தலை, கழுத்து மற்றும் உடல் பகுதிகளின் தோலின் அடியில் நீர்க்கோத்து வீக்கத்துடன் காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட நாயின் குருதி உறையும் நேரமும், நோயின் பாதிப்பும், நேரடித் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. அதாவது நோயின் பாதிப்பு தீவிரமாக இருக்கும்போது, நாயின் குருதி உறையும் நேரம் மிகும். நாயின் குருதிக் கசிவினைக் கட்டுப்படுத்துவது மிகக் கடினம். நாயின் பால்பற்களில் குருதிக்கசிவு காணப்படும். இந்தக் குருதி உறையும் நேரத்தின் காலதாமதத்தை நிறுவுவதற்கு நாயின் காது மூலையில் சிறிதளவு ஊசியால் குத்திக் குருதியை வெளிப்படுத்திக் கண்டறியலாம். பாதிக்கப்பட்ட நாய்களில் சுவாச உறுப்பு பாதிப்போ நரம்பு மண்டலப் பாதிப்போ ஏற்பட வாய்ப்பில்லை.

நோயினின்று மீண்ட நாய், சிறிது சிறிதாக உணவு உட்கொள்ளத் தொடங்கும். பிறகு உடல் எடை அளவு அதிகரிக்கத் தொடங்கும். நோயிற்கான அறிகுறிகள் மறைந்த 7-10 நாள்களுக்குள் பாதிக்கப்பட்ட 25% நாய்களில், ஈரல் வீக்க நீலக்கண் எனப்படும் நிலை காணப்படும். கண்ணின் விழித்திரை வெளுப்பு அடைவதால் இந்நிலை ஏற்படுகிறது. இது உடனுக்குடன்

மறைந்துவிடும். சில நேரங்களில் இந்நோய் நாயினைத் தாக்கும் டிஸ்டெம்பர் என்னும் வேறொரு மீ நுண்ணுயிர் நோயுடன் சேர்ந்து காணப்படும். குருதி நாளத்தின் உட்சவ்வு பாதிக்கப் படுவதால் கண்களினுள் குருதிக் கசிவும் வாயில் குருதிப் போக்கும் காணப்படும். கல்லீரல் திசுக்கள் கொல்லப்படுவதால் கல்லீரல் பல்வேறு வண்ணங்களில் காணப்படும். கல்லீரல் வீங்கியும் காணப்படலாம். பித்தப்பை வீக்கத்துடனும், பித்தப்பைச் சுவர் தடித்தும் தோன்றும்.

நோய்த் தடுப்பு. நோயிலிருந்து நாய்களைப் பாதுகாக்கத் தடுப்பூசி அளிக்கலாம். மீ நுண்ணுயிரியினை, ஃபார்மலின் மூலம் மாற்றுத் தடுப்பு மருந்தாகப் பயன்படுத்தலாம். இம்மருந்தினைத் தனியாகவோ, டிஸ்டெம்பர் தடுப்பு மருந்துடனோ அளிக்கலாம். இரண்டு வாரங்களுக்குப் பிறகு இத்தடுப்பு மருந்தினை மீண்டும் கொடுக்க வேண்டும். இத்தடுப்பு மருந்து 3-6 மாதங்கள் இந்நோயினின்று பாதுகாக்கும். எனவே, இதற்குப் பிறகு மீண்டும் தடுப்பு மருந்துகள் அளிக்கவேண்டும். இவ்வகை மீ நுண்ணுயிர்த் தடுப்பு மருந்தைத் தவிர, வீரியம் குறைக்கப்பட்ட மீ நுண்ணுயிர்த் தடுப்பு மருந்துகளும் நடைமுறையில் உள்ளன. இவற்றையும் டிஸ்டெம்பர் தடுப்பு மருந்துடன் பயன்படுத்தலாம். இந்நோய்க்காகத் தடுப்பு மருந்து அளிக்கப்பட்ட தாய் நாய்களிடமிருந்து நோய் எதிர்ப் பொருள்கள் குட்டிகளுக்குக் கருப்பையில் உள்ளபோது அளிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு நோய் எதிர்ப்புப் பொருள்கள் பெற்ற நாய்க்குட்டிகளுக்குத் தடுப்பூசி அளித்தால் அது ஓரளவே செயல்படும். எனவே, 9 வார அளவில் தடுப்பூசி அளிப்பது நன்று.

மருத்துவம். நோயினால் தீவிரமாகப் பாதிக்கப்பட்ட நாய்களுக்கு நாள்தோறும் குருதி அளித்தல் சிறந்தது. இத்துடன் 5% சர்க்கரைக் கரைசல் சமகனசீர் (isotonic) உப்புக் கரைசலையும், புரதக் கரைசலையும் சேர்த்துக் கொடுக்கலாம். இதனை 250-500 மி.லி. வரை நாளும் குருதியில் செலுத்த வேண்டும். குருதி உறையும் நிலை நீடிக்கப்பட்ட நாய்களில், இந்நீர்மத்தைத் தோலுக்கடியில் செலுத்துவது மிகவும் தீமையானது. நோயின் காலம் நீடித்தால், ஒரு படர்ந்த அளவு செயல்படும் நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பு மருந்தினை (broad spectrum antibiotic) அளித்தல் உதவிபுரியும்.

- வே. புருஷோத்தமன்

நாய் வளர்ப்போர் சங்கம்

இந்திய நாய் வளர்ப்போர் சங்கம் 1896ஆம் ஆண்டில் தொடங்கப்பட்டது. இச்சங்கம் 1900ஆம் ஆண்டு முதல் லண்டன் நாய் வளர்ப்போர் சங்கத்துடன் இணைந்து செயல்படுகிறது. 1964, 1980ஆம் ஆண்டுகளில் பெடரேஷன் சயனோலோகியு இண்டர்நேஷனல் *(Fedaration cynologue international)* மற்றும் ஆசிய கென்னல் யூனியன் போன்ற அமைப்புகளுடன் இணைந்து இச்சங்கம் செயல்படுகிறது. இச்சங்கத்தின் கீழ் இந்தியாவில் 30 மண்டலக் கிளைகள் உள்ளன. இவை இந்திய நாய் வளர்ப்போர் சங்கத்தின் உதவியுடன் நாய்க் கண்காட்சிகளை அவ்வப்போது நடத்தி வருகின்றன.

நல்ல நாய்களைத் தேர்ந்து அறியும் நடுவர்களின் பட்டியலை இச்சங்கத்தில் வைத்துள்ளனர். இவர்கள் இச்சங்கத்தின் சட்டத் திட்டங்களுக்கு உட்பட்டே தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றனர். சிறப்பு நாய்க் கண்காட்சிகளை நடத்தும்போது மட்டும் வெளிநாடுகளில் இருந்தும் நடுவர்கள் வரவழைக்கப்படுவர். நாய்க் கண்காட்சியில் பங்கு கொள்ளும் நாயைப் பற்றிய விவரத்தை இந்திய நாய் வளர்ப்போர் சங்கத்தில் பதிவு செய்து இருக்க வேண்டும். இச்சங்கத்தில் சேர நாய்களுக்கும் சில தகுதிகள் இருக்க வேண்டும். தகுதியுள்ள நாய்களை இச்சங்கம் பதிவு செய்து கொள்கிறது. ஆண்டுதோறும் 15,000 நாய்கள் இச்சங்கத்தின் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. ஆண்டு ஒன்றிற்கு இந்த எண்ணிக்கை ஐந்நூறு என மிகுதியாகிறது. இவற்றில் ஏறத்தாழ 200 இந்திய இன நாய்கள் இடம் பெறுகின்றன. சான்றாக இராஜபாளையம், சிப்பிப்பாறை, கோம்பை, பட்டி, கன்னி, முருகுள், சோனாகி போன்ற இனங்கள் பதிவு செய்யப்படுகின்றன.

நாய்கள் போட்டியில் கலந்து கொள்ள ஏற்ற தகுதி பெற்றிருப்பின் அவற்றிற்குச் சான்றிதழ்கள் வழங்கப் படுகின்றன. தகுதிச் சான்றிதழ் ஒவ்வோர் இனத்திலும் ஆணுக்கு ஒன்றும் பெண்ணுக்கு ஒன்றும் கொடுக்கப்படும். ஒரே நாய் மூன்று நடுவர்களிடமும் தகுதிச் சான்றிதழ் பெற்றால் அந்த நாயின் பெயரின் முன் C.H. என்று குறிப்பிடுவர்.

நாய் இனங்களின் எண்ணிக்கை ஏறத்தாழ 250 ஆகும். இவற்றில் 150 இனங்கள் இந்தியாவிலுள்ளன. பொதுவாக நாய்க் கண்காட்சியில் 300 நாய்கள் பங்கேற்கின்றன. சென்னை, பெங்களூர், மும்பை, ஹைதராபாத், கல்கத்தா போன்ற பெரிய நகரங்களில் ஏறத்தாழ 600 நாய்கள் கண்காட்சியில் பங்கு கொள்கின்றன. ஆண்டின் சிறந்த நாய், நல்ல குட்டிகளை ஈனும் நாய், சிறந்த இந்திய நாய், ஆண்டின் சிறந்த நாய்க்குட்டி எனப் பரிசுகள் பலவாறு வழங்கப்படும்.

இச்சங்கங்கள் தவிர மேலும் சில அமைப்புகள் நாய்களை எப்படிக் கீழ்ப்படிய வைக்கவேண்டும், நாய்களைக் கண்காட்சிகளுக்கு வரும் முன்னர் எவ்வாறு அழைத்து வரவேண்டும் போன்ற செய்தி விளக்க வகுப்புகள் நடத்துகின்றன.

சென்னையில், நாய் வளர்ப்போர் சங்கம் உதவியுடன் கணிப்பொறி கொண்டு நாய்களை 3 தலைமுறை வரை அறியுமாறு அவை பற்றிய குறிப்புகள் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. இச்சங்கம் இரு மாதங்களுக்கு ஒருமுறை மலர் வெளியிடுகிறது. அதில் நாய்க் கண்காட்சிப் போட்டி முடிவுகள், நடுவர்களின் குறிப்புகள், தகுதிச் சான்றிதழ் பெற்ற நாய்களின் விபரம் போன்றவை இடம் பெறுகின்றன. சென்னையிலிருந்து வெளியாகும் இவ்விதழே நாய்களைப் பற்றிய செய்திகளை முழுமையாக வெளியிடுகிறது.

- கா. அய்யாதுரை

நாய்விளா

இதன் தாவரப்பெயர் ஹெஸ்பெராதூசா கிரெனுலேட்டா *(Hesperathusa crenulata)* என்பதாகும். லிமோனியா கிரெனுலேட்டா *(Limonia crenulata)*, லி. அசிடிசிமா *(L. acidissima)* என்பன இதன் இணை தாவரப் பெயர்களாகும். ரூட்டேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இம்மரத்தை இந்தியா முழுவதும் காணலாம். இது பொதுவாக வறட்சியான குன்றுகளிலும் புதர்க் காடுகளிலும் 1 கி.மீ. உயரம் வரையில் வளர்ந்திருக்கும். இதன் வேர்கள் விரைவாக வளரும் இயல்புடையவை.

அமைப்பு. இது ஏறத்தாழ 10 மீ. உயரம் வளரும் சிறுமரம். நேரான அடிமரம் கொண்டது. பட்டை நிறமற்ற தக்கை போன்றிருக்கும். கிளைகள் முள்களுடனிருக்கும். நாய்விளா மரத்தின் அடிமரம் 15-30 செ.மீ. விட்டமுடையது. இம்மரம் இளம் பச்சைநிற இலைகளைப் பெற்று அழகாக இருக்கும். இலைகள் மாற்றடுக்கிலுள்ளன. 2-9 முட்டைவடிவச் சிற்றிலைகள் எதிரடுக்கில் 5 செ.மீ நீளத்தில் அமைந்திருக்கும். இலைக்காம்பும் சிற்றிலைக்காம்பும் சிறகுடன் இருக்கும். பூக்கள் இலைக்கக்கங்களில் ரெசீமாக உண்டாயிருக்கும். வெண்ணிற, மணமிகு, சிறிய மலர்கள் காணப்படுகின்றன. புல்லி இதழ்கள் இணைந்து நான்கு மடல்களாக இருக்கும். அல்லி இதழ்கள் நான்கும் திருகு இதழமைவில் பிரிந்திருக்கும். மகரந்தக்கம்பிகள் குறுகியிருக்கும்; சூல்பை நீள்சதுரமானது. சூலகத்தண்டு தடித்து ஒட்டியிருக்கும். அறை ஒவ்வொன்றிலும் 1-2 விதைகள் இருக்கும். 1.25 செ.மீ. விட்டமுடைய சதைக்கனி **(berry)** பழுத்தால் நீல நிறமாயிருக்கும். இதன் சவ்வுகள் **(mucilage)** அமுங்கியிருக்கும். முளைசூழ்தசை **(endosperm)** இல்லை. வித்திலைகள் தட்டையாகவும், புறம் குவிந்தும், சதைப்பற்றாகவும் அமையும்.

பயன். நாய்விளா மரம் எடையும் உறுதியும் மிக்கது; மரம் எலுமிச்சைப் பழம் நிறம் முதல் பழுப்புக் கலந்த மஞ்சள் நிறமாயிருக்கும். வழவழப்பாயும் பளபளப்பாயும் இருக்கும். நீண்ட காலத்திற்கு உழைக்கும். பூச்சி பூசணங்களினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. மேல் பகுதியில் பலகைகள் ஓரளவு வெடிக்கும். இதனால் பெருமளவில் பாதிப்பு ஏற்படுவதில்லை. மரம் பச்சையாக இருக்கும்போதே வெட்டி நிழலில் உலர்த்த வேண்டும். வாளால் எளிதில் அறுத்தும் இழைத்தும் பளபளப்பாக்கியும் எழிலூட்டலாம். மரம் கடைசல் வேலைகளுக்கு ஏற்றது. வண்டி அச்சுக்கட்டை, எண்ணெய்ச் செக்கு, மர உரல், நடைக்குச்சி **(walking stick)** செய்யவும் பயன்படுகிறது. இம்மரத்தைக் கொண்டு பெட்டி, கருவிகளின் கைப்பிடி, மரச்சுத்தி, அளவுகோல் **(scale)**, உருளை முதலியவற்றைச் செய்யலாம்.

மரத்தைப் பிளந்து விறகாக எரிக்கலாம். மியான்மர் போன்ற நாடுகளில் இம்மரப்பட்டையைச் சந்தனக் கட்டையுடன் சேர்த்துப் பொடியாக்கி ஒப்பனைப் பொருளாகப் பயன்படுத்துவர். அரேபிய, இந்திய நாடுகளில் இதன் கனிகளைச் சமையலுக்குப் பயன்படுத்துவர். நாய்விளா கசப்பு மிகுந்த கனி கொண்டது. ஜாவாவில் சோப்பிற்கு மாற்றாக நாய்விளா பயன்படுத்தப்படுகிறது.

1. கிளை 2. அல்லி இதழ் 3. இலை 4. கனியின் முழுத்தோற்றம் 5. புல்லிவட்டம் 6. கனியின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 7, 8, மகரந்தக்கேசரங்கள் 9. சூலகத்தின் முழுத்தோற்றம் 10. மகரந்தங்களும் சூலகமும் 11. சூலகத்தின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் 12. சூலகத்தின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 13. நரம்பிலை.

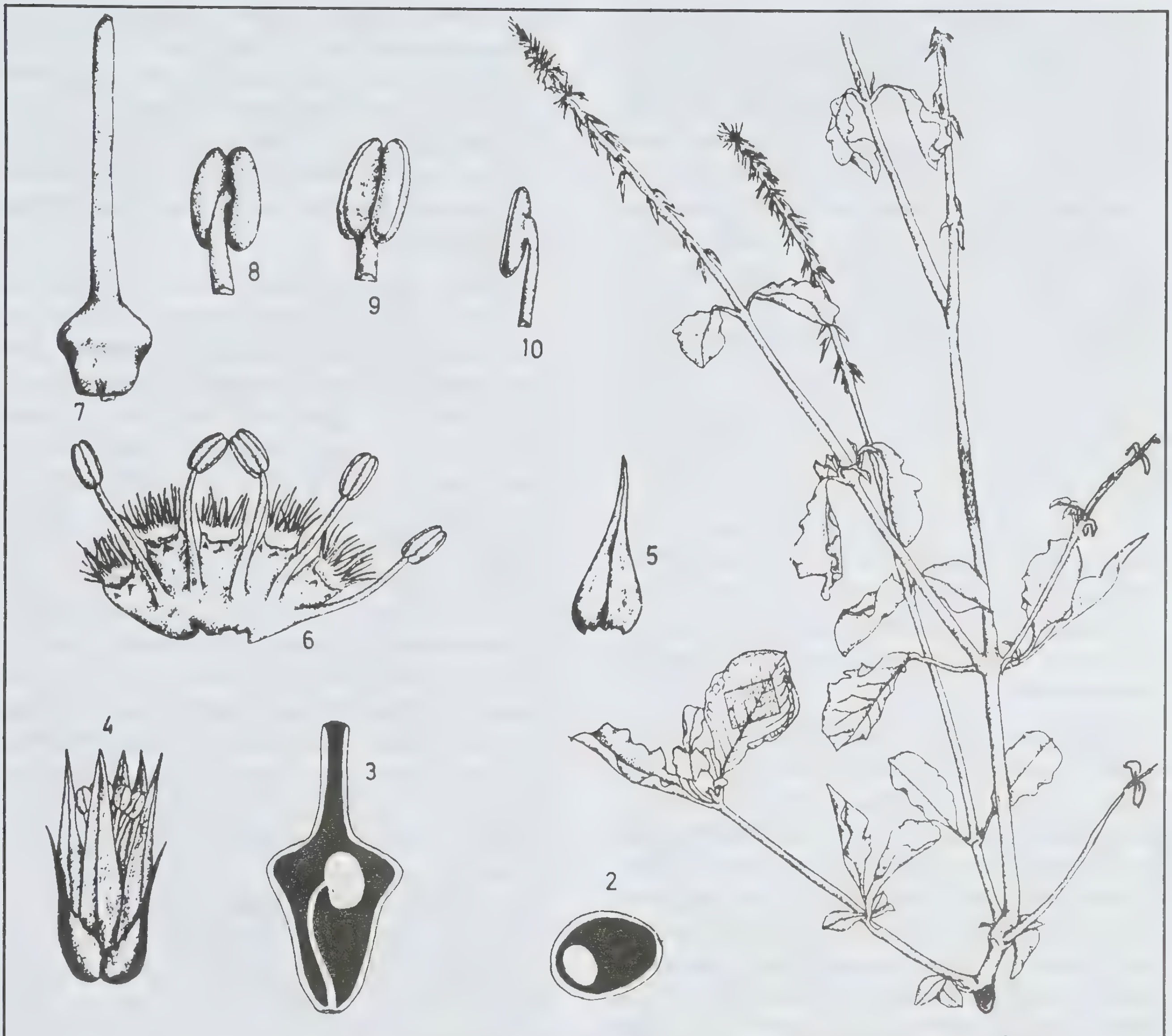
நாய்விளா *(Limonia acidissima)*

இலை, கனி, வேர்கள் மருந்துகளாகின்றன. வேர் மஞ்சளாகவும், கசப்பாகவும், மணத்தோடும் இருக்கும். பேதியை உண்டாக்கும் இதற்கு வேர்வையைப் பெருக்கும் தன்மை உண்டு. உலர்ந்த கனிகள் உடலைத் தேற்றும். பசியைத் தூண்டும். தொற்றுநோய்க் காய்ச்சலைக் குணப்படுத்தும். முறிவு மருந்தாகவும் இது பயன்படும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நாயுருவி

இதற்கு அபமார்ககம், அபமாக்கி, நாயரஞ்சி, நாய்க்கு உருவி, நாய்க்குருவி, மாமுனி, கேசரி, கேசரிகம், சகரீகம், சிகிசரம், கொட்டாவி, சுவானம், கரமஞ்சரி, கதிரி, விட்டிறுக்கி, சிறுகடாடி எனப் பலபெயர்கள் உண்டு. ரஃப் சாஃப் **(Rough Chaff)** என்றும், பிரிக்கிலி சாஃப் **(Prickly Chaff)** என்றும் கூறப்படும். இச்செடிக்கு அக்கிராந்தஸ் ஆஸ்பெரா ***(Achyranthes aspera)*** என்னும் தாவரப்பெயர் உண்டு.



1. கிளை 2. சூல்பையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் 3. சூல்பையின் நீள்வெட்டுத்தோற்றம் 4. பூக்காம்புச் செதில்கள் 5. பூவடிச் செதில் 6. மகரந்தவுறை 7. சூலகம் 8-10 மகரந்தப்பைகள்

நாயுருவி *(Achyranthes aspera)*

இது அமரேந்தேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த செடியாகும். தனியாகவோ கூட்டமாகவோ வறள் நிலப் பகுதிகளில் காணப்படுகின்ற இந்தக் களைச்செடி, விதைகளின் உதவியால் பரவுகிறது. விதைகளில் முள் போன்ற அமைப்பு உள்ளமையால் ஆடைகளில் ஒட்டியோ, கால்நடைகளின் உடலிலுள்ள மயிர்களில் ஒட்டியோ பரவுகிறது. இக்களைச் செடியை இந்தியா முழுவதும் காணலாம். சாகுபடி செய்யப்படாத நிலங்களிலும் சாலை ஓரங்களிலும் இச்செடி மிகுதியாக வளர்கிறது.

அமைப்பு. நேராக வளரும் இச்செடி 30-90 செ.மீ. உயரமிருக்கும். இதற்குத் தடித்த ஆணி வேருண்டு. தண்டு உருண்டையாகச் சிறுசிறு மயிர்களையும், நீள்வரி மேடுகளையும் உடையதாகும். இலைகள் தனித்தனியாக எதிரடுக்கத்தில் இலையடிச் செதில்களற்று, சிறு காம்புகளினால் தண்டில் உண்டாகியிருக்கும். இலை வட்டமாகவோ, முட்டை வடிவமாகவோ அலை போன்ற ஓரத்தைக் கொண்டிருக்கும். சில சமயங்களில் இலையின் இரு புறங்களின் மீதும் சிவப்பு நிறப்பகுதிகள்

தோன்றும். செடி அல்லது கிளை நுனியில் 60 செ.மீ. வரை நீளமுள்ள மஞ்சரி தோன்றும். பூக்கள் பச்சை அல்லது ஊதா நிறத்தில் இருக்கும். பூவடிச் செதில்கள் முட்டை வடிவில் கூரிய முள்போன்ற நுனியுடனிருக்கும். பூக்காம்புச் செதில்கள் பூவடிச் செதிலைப் போன்றிருக்கும். ஆனால் இவை சிறுத்திருக்கும். பூவிதழ்கள் ஐந்து ஒழுங்கற்றும் நீள்சதுர வடிவிலும் வழவழவென்றும் இருக்கும். இவற்றின் மையம் பச்சையாகவும், ஓரப்பகுதி ஒளிரும் வெள்ளை நிறத்திலும் காகிதம் போன்றும் காணப்படும். ஐந்து மகரந்தக் கேசரங்கள், மலட்டு மகரந்தக் கேசரங்களுக்கு இடையே மாறி மாறிக் காணப்படுகின்றன. கனி ஒற்றை விதையுள்ள நீள்சதுரத் தலைப்பு முறிக்கப்பட்ட (truncate) வெடியாக் கனியாகும். கனியைச் சுற்றி இறுகிய பூவிதழ், பூவடிச்செதில், பூக்காம்புச் செதில் ஆகியன உதிராமல் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். பூக்காம்புச் செதில்கள் முள் போன்றுள்ளமையால் கனிகள் துணிகளிலும், மாடுகளின் தோல் முடியிலும் ஒட்டிக் கொண்டு எளிதாகப் பரவுகின்றன. ஒரு செடியில் குறைந்தது 1000 விதைகளாவது உற்பத்தியாகும். இச்செடியில் பூக்களும், கனிகளும் ஜனவரி-மே மாதத்தில் உண்டாகின்றன.

பயன். பூக்கள் தோன்றுவதற்கு முன்பே இச்செடியைப் பிடுங்கித் தழையுரமாகப் பயன்படுத்தலாம். இதன் வேர், இலை, பூ, விதை முதலியவை மருந்தாகின்றன. இச்செடிக்குச் சிறுநீரை வடிக்கும் குணமுண்டு. நீர்க்கோவை, சீதளம் ஆகிய நோய்களையும் நீக்கும். குழந்தை ஈன்ற தாய்மார்களுக்கு உண்டாகும் அழுக்கைப் போக்கும். இச்செடிக்கு அதிக அளவில் வேர்வை உண்டாவதைச் சீராக்கிக் குணப்படுத்தும் தன்மையும் உண்டு. நுரையீரல் பகுதியில் தேங்கியுள்ள சளியை நீக்கும். மகப்பேற்றிற்குப் பின்பு மாதவிடாய் சரியாக உண்டாக உதவும் மூலிகைகளுள் நாயுருவி முதன்மையானது. இதற்கு நாயுருவிச் செடியை வேருடன் பிடுங்கி, கழுவி, மண்ணைப் போக்கி உலர்த்த வேண்டும். பின்பு இச்செடியை இடித்துப் பொடியாக்கி ஒரு தேக்கரண்டி எடுத்து நீரில் கலக்கி மண்சட்டியில் இடவேண்டும். இம்மண் சட்டியை அடுப்பிலிட்டு நீர் சுண்டும் வரை காய்ச்சி இச்சாற்றை வடிகட்டிச் சுவைக்குச் சிறிது கற்கண்டோ, சர்க்கரையோ கலந்து அருந்த வேண்டும். இதனால் பிள்ளைப்பேற்றுக்குப் பின்பு மாதவிடாய் ஏற்படாதவர்களுக்கு மாதவிடாய் உண்டாகும். இச்செடிச் சாம்பல் குருதிச் சிக்கலைப் போக்கும். இச்செடியை எரித்துக் கிடைத்த சாம்பலின் நீர்த் தெளிவை இறுத்து அத்துடன் நல்லெண்ணெயைச் சேர்த்துக் காதிற்குள் விடக் காதிரைச்சல், செவிடு போன்ற நோய்கள் குணமாகும். மூக்கில் சளி ஒழுகுவதால் உண்டாகிற மூக்குப் புண்ணுக்கும் இதைத் தடவலாம். இச்செடியுடன் வால்மிளகைக் கூட்டி நீர் சேர்த்து அரைத்து மாத்திரைகளாக்கி நாள்தோறும் 3 வேளை என 3 நாள்கள் வெந்நீரில் சாப்பிட்டு வர வெறிநாய்க்கடி நச்சு இறங்கும்.

இலை, அதிசாரம், குருதி மூலம் ஆகியவற்றைப் போக்கும். இலைகளைக் கசக்கித் தேள் கடித்த கொட்டுவாயில் தேய்க்க நச்சுத்தன்மை குறையும். தளிர் இலைகளுடன் பருப்பைச் சேர்த்துக் கடைந்து உண்ணக் கபம் நீங்கும். இலைகளுடன் மிளகு, பூண்டு ஆகியவற்றைச் சேர்த்து அரைத்து மாத்திரைகளாக்கி முறைக் காய்ச்சலுக்குத் தரலாம். இதற்கு இலைகளுடன் வெல்லத்தைச் சேர்த்து அரைத்தும் தரலாம். இலைச் சாற்றுடன் அபினியைக் கலந்து வெயிலில் வைத்து மெழுகு போலாக்கிக் கிரந்திப் புண்களுக்குத் தடவலாம். மூல நோயிற்குத் தடவுவதற்கு இலை, மஞ்சள் ஆகியவற்றைச் சேர்த்தரைத்துப் பயன்படுத்தலாம். இலைக்குச் சொறி நோயைக் குணமாக்கும் தன்மையும் உண்டு. இலைச்சாற்றைத் தயிரில் கலக்கி அருந்த மூலநோய் விலகும். பூக்களுடன் சர்க்கரையைச் சேர்த்து அரைத்து மாத்திரைகளாக்கித் தந்துவர நாய்க்கடி குணமாகும். மகோதரத்திற்கு இலையுடன் கூடிய இச்செடிச் சாம்பலைக் கஞ்சியில் கரைத்துத் தரலாம். விதைகளை அரைத்துப் பாலில் கலக்கிக் காலை, மாலை அருந்தி வரச் சீதபேதி, குருதி பேதி, மூளைநோய் குணமாகும். விதைகளை அரைத்துக் கஞ்சியில் கலக்கித் தர மூலநோய் குணமாகும். நாயுருவி வேரைக் கொண்டு பல் துலக்கலாம். இதனால் பல் அழுக்கு நீங்கித் தூய்மையாகும். வேர்ச்சாறு குடல் கோளாறுகளைப் போக்கும். வேரை உலர்த்திப் பொடித்துக் கிடைத்த தூளுடன் சிறிது மிளகுப் பொடியையும், தேனையும் கலந்து தந்து வர இருமல் குணமாகும். வேரைச் சுட்டுக் கிடைத்த சாம்பலில் வெல்லத்தைக் கலந்துதர மகப்பேறு எளிதாகும். கருக்கலைப்பிற்குப் பின்பு உண்டாகும் குருதிப்போக்கை நிறுத்தவும் வேர்ச்சாற்றை அருந்தலாம்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

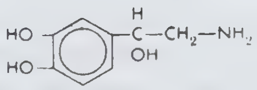
நார்

காண்க : தாவர இழைகள்

நார் எப்பிநெஃப்ரின்

இம்மருந்து லிவ்ஆர்ட்டெரினால், l-நார் அட்ரினலின் l- β (3.4-டை ஹைட்ராக்சி ஃபீனைல்), அமினோ எத்தனால் என்று பல பெயர்களில் குறிப்பிடப்படும். இதன் வேதி அமைப்பு வருமாறு :

படம் :



இது டோப்பமின், அட்ரினலின், ஐசோ பிரினலின் மருந்துகள் போன்றே காட்டகாலமைன்கள் பிரிவைச் சேர்ந்தது.

உடலியங்கியல் பணி. நார்எப்பிநெஃப்ரின் உடலில் நரம்புச் செயல் உணர்வுகளைப் பரப்பும் ஒரு தொடர்பியாகப் பின்முண்டு அட்ரினர்ஜிக் நரம்புகளில் (post ganglionio adrenergic nerves) பணியாற்றுகிறது.

இது அட்ரினலின் என்னும் ஹார்மோனிலிருந்து அமினோ தொகுதியில் இராத ஒரு மெத்தில் தொகுதியினால் வேறுபடுகிறது. இதிலுள்ள ஒரு சமச்சீர்மையற்ற கார்பன் அணுவால் (asymmetric carbon atom கூவலம் (d), இடம் (l) என்னும் இரு ஒளிச்சுழற்சிப் பொருள்கள் உண்டாகின்றன. இவற்றில் உடலியங்கியல் அமைப்பில் l-சுழற்சி மாற்றியமே (l-isomer) வலச் சுழற்சி மாற்றியத்தைவிட ஆற்றல் மிக்கது.

இந்த நார்எப்பிநெஃப்ரின், அட்ரினலின் சுரப்பியின் அகச்சுரப்பில் 10-20% வரையுள்ளது. இது ஃபயோகுரோமாசெல்புத்தின் (pheochrocytoma) சுரப்பில் 97% வரையுள்ளது.

மருந்தியல் பண்புகள். நார் எப்பிநெஃரின் வலிமை வாய்ந்த குருதி நுண்நாளப் சுருக்குவான் (constrictor of cappillaries) ஆகும். இதனால் இது குருதியோட்ட வெளித் தடையை மிகுவித்துக் குருதி அழுத்தத்தைக் கூட்டுகிறது.

இது இதயத்தை (ionotropic) ஊக்குவித்துத் துடிப்புவிளைவை (chronotropic) வளர்த்திடும் பொருளாயினும், தன்னெதிரிணக்க அமைப்புகள் (reflex mechanisms) மூலம் இது குருதியழுத்தத்தைக் கூட்டுவிப்பதால் இதயக் துடிப்பு வேகத்தைக் குறைக்கிறது.

எப்பிநெஃப்ரின் வலிமையான குழல் சுருக்கும் செயல் (vasoconstrictor), உயிரைக் கொல்லும் அதிர்ச்சி ஏற்படும் சமயங்களில் மிகுதியும் குறைந்து தீமை தரும் குருதியழுத்தத்தை மிகுதியாக்கி உயிரைக் காக்கிறது.

இதை ஊசிமூலம் உடலின் உள் செலுத்தப்படும் இடங்களில் கவனக்குறைவு ஏற்படின் எளிதாகத் திசுநசிவு (necrosis) ஏற்படும். இம்மருந்தைச் சிரை வழியே செலுத்தும்போது உள்ளே அமைந்த பெருஞ்சிரைகளின் நீர்ப்பு மருந்தாகவே அளிக்க வேண்டும். இம்மருந்து நீண்ட நேரத்திற்குச் சிரைவழியே அளிக்கப்படும் தேவை நேரிடின், அளிக்கப்படும் சிரைகளை அடிக்கடி மாற்ற வேண்டும். ஊசி தவறிச் சிரை ஊடுருவப்பட்டு இம்மருந்து வெளிப்போந்தால் அந்த இடத்தைச் சுற்றி 10 மி.லி. வரையுள்ள 5-10 மி.கி. பென்டோலமின் மருந்தை நுண்ணூசி கொண்டு உட்பரத்தல் (infiltration) செய்ய வேண்டும். மேலும், சிரைவழியே நார் எப்பிநெஃப்ரின் உட்செலுத்தப்படும்போது குருதிக் கட்டி சிரையடைப்பு ஏற்படுவதைத் தடுக்க ஹெப்பாரின் எனும் மருந்தையும் 100 I.U வரை உட்செலுத்த வேண்டும்.

அளவை. சிரைவழியே செலுத்தும்போது பெரியவர்களுக்கு 2-8 மி.கி. நார்எப்பிநெஃப்ரின் 500 மி.லி. 5% டெக்ஸ்ட்ரோஸ் கரைசலுடன் கலந்து தேவைக்குத் தக்கபடி மிக மெதுவாக அளிக்க வேண்டும். சிறுவர்களுக்கு 1 மி.கி. நார் எப்பிநெஃப்ரின் 250 மி.லி. 5% டெக்ஸ்ட்ரோஸ் கரைசலுடன் சேர்த்து 0.5 மி.லி. / நிமிடம் என்னும் வேகத்தில் மிகமிக மெதுவாக அளிக்க வேண்டும்.

பக்க விளைவுகள். தலைவலி, மனக்கலக்கம், மூச்சுவிடக் கடினம், இதயம் மெதுவாகத் துடிப்பதை உணர்தல் ஆகியன நோயாளிக்கு உடனே தோன்றிவிடும். தேவைக்கு மேற்பட்ட அளவைகளில் அளிக்கப்படும்போது மிகைக் குருதி அழுத்தம் மிகுந்த தலைவலி, கண்ணால் ஒளியைப் பார்க்க முடியாமை, நெஞ்சு வலி, உடல் முழுவதும் வேர்த்தல், வாந்தி ஆகியன தோன்றும். அறுவை செய்ய உணர்வகற்றப்படும்போது இம்மருந்து இதயத்தில் லயப் பிழையை உணர்வகற்றிகளுடன் இணைந்து ஏற்படுத்தலாம்.

நார் எப்பிநெஃப்ரின் போரே. இந்தக் கண் சொட்டு மருந்து கிளோகோமா (glaucoma) நிலையில் கண்ணுள் அழுத்தத்தைச் (intraocular pressure) சமன் செய்யப் பயன்படுகிறது. பொதுவாக, எப்பிநெஃப்ரின் ஒவ்வாமை உடைய நோயாளிகளுக்கு இம்மருந்து ஏற்றது. இச்சொட்டு மருந்தில் நார் எப்பிநெஃப்ரின் போரேட் 40% அடர்வில் உள்ளது.

- இரா. தனஞ்செயன்

நார்க்கற்றாழை

காண்க : கற்றாழை

நார்ச்சத்துத் தீவனம்

இயற்கையில் கிடைக்கும் தாவரப் பொருள்களில் நார்ச்சத்து மிகுந்துள்ளது. தாவர வகைகளை உண்ணும் விலங்குகள் நார்ச்சத்தை உண்டே வாழ்கின்றன. நார்ச்சத்து என்பது லிக்னின், செல்லுலோஸ் போன்ற எளிதில் செரிமானமுறாப் பொருள்களைக் கொண்டது. இயற்கையில் செல்லுலோஸ் என்னும் நார்ச்சத்துப் பொருளைச் செரிக்கக்கூடிய செரிமான நீர் கரையானுக்கு மட்டுமே உண்டு. இதனால் தாவர உணவினை உண்டு வாழும் விலங்குகளால் இந்த நார்ச்சத்து எவ்வாறு செரிக்கப்படுகிறது என்பது புலனாகாமலேயே இருந்து வந்தது. அசைபோடும் விலங்குகளான ஆடு, மாடு போன்றவற்றில் இழைச்சத்து நிறைந்த புல், வைக்கோல் போன்றவற்றைச் செரிக்கத் தேவையான முறையில் இரைப்பை பெரும் வளர்ச்சியடைந்து நான்கு பிரிவுகளாக உள்ளது. இவற்றுள் முதல் அறையின் ரூமன் (rumen) மிகப்பெரிய சேமிப்பு அறைபோல் உள்ளது. 1838ஆம் ஆண்டில் ரிட்ஸ்மேன் என்பார் ரூமனை ஒரு சேமிப்புப் பெட்டகம் எனக் குறிப்பிட்டார். 1885 ஆம் ஆண்டு லிஸ்ட் என்பார் ரூமன் எனும் இரைப்பையில்தான் தாவரப் பொருள்கள் செரிக்கப் படுகின்றன என்று விளக்கினார். லாண்டப்பினர் என்னும் அறிவியலார் ரூமனில் உள்ள நுண்ணுயிர்களே தாவர நார்ச்சத்தினைச் செரிக்கின்றன எனக் கண்டறிந்தார்.

ரூமனில் ஏறக்குறைய 200 வகையான நுண்ணுயிரிகள் உள்ளன. இவை நார்ச்சத்தை நொதித்தல் முறைப்படி செரித்துக் கொழுப்பு அமிலங்களாகவும் குளுக்கோஸ் சர்க்கரையாகவும், கார்பன் டை ஆக்சைடு மெத்தேன் வளிமம் ஆகிய பொருள்களாகவும் மாற்றுகின்றன. இவற்றில் கொழுப்பு அமிலங்கள் ரூமனில் உறிஞ்சப்பட்டு உடல் கொழுப்பாகவும், பால் கொழுப்பு, பால் சர்க்கரைப் பொருள்களாகவும் மாற்றப்படுகின்றன. இவ்வாறு நார்ச்சத்து பால் உற்பத்திக்கு மறைமுகமாகத் தேவைப்படுகிறது எனலாம். புரதம் மிகுந்த இந்நுண்ணுயிரிகள் இறந்துவிட்டால் இரைப்பையின் நான்காம் பகுதியில் செரிக்கப்பட்டுப் புரதம் விலங்குகளுக்குப் பயன்படுகிறது.

இந்நுண்ணுயிரிகள் முதலில் நன்கு வளர ஓரளவு கரையக்கூடிய மாவுப்பொருள்கள் தீவனத்தில் தேவைப்படுகின்றன. எனவே, கலப்புத் தீவனமும் கால்நடைகளுக்குக் கட்டாயமாக அளிக்கப்பட வேண்டும். அத்துடன் இந்நுண்ணுயிரிகள் வைட்டமின் B வகைகளையும் உற்பத்தி செய்வதால் கால்நடைகள் வைட்டமின் B பற்றாக்குறையால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இந்நுண்ணுயிரிகளால் செரிமானம் நன்கு நடைபெறப் பின்வரும் விதிகள் முக்கியமானவை :

1. நார்ச்சத்து தொடர்ந்து அளிக்கப்பட வேண்டும். எனவே, இவ்விலங்குகள் தொடர்ந்து உண்ணும் பழக்கம் கொண்டுள்ளன.

2. கால்நடைகளின் உமிழ்நீரில் காரத்தன்மையினை அளிக்கும் கார்பனேட், பைகார்பனேட் உப்புகள் மிகுந்துள்ளமையால் உமிழ்நீர் விழுங்கப்படும்போது ரூமனில் காரத்தன்மை ஏற்படுகிறது. வேறு காரணங்களால் ரூமன் அமிலத்தன்மை பெறும்போது நுண்ணுயிர்களால் நிகழும் செரிமானம் பாதிக்கப்பட்டுக் கோளாறுகள் ஏற்படலாம்.

3. ரூமனின் வெப்பம் 38-40°C இருக்க வேண்டும். வேறு காரணங்களால் விலங்குகள் காய்ச்சல் ஏற்பட்டுக் துன்புற்றால் செரிமானமும் பாதிக்கப்படும்.

4. ரூமனின் அசைவுகள் உணவினைக் கலக்கிவிட ஏதுவாக உள்ளன. இந்த அசைவுகள் பாதிக்கப்பட்டால் செரிமானம் பாதிக்கப்படக்கூடும்.

தாவர உணவில் உள்ள செல்லுலோஸ் 70% வரை ரூமனிலுள்ள நுண்ணுயிரிகளால் செரிமான மாக்கப்படுகிறது. அசைபோடாத குதிரை போன்ற விலங்குகளில் ஓர் இரைப்பையே உள்ளது. இவ்விலங்குகளில் அவற்றின் பெருங்குடலில் செரிமானம் நடைபெறுகிறது. பெருங்குடலின் ஒரு பகுதியான சீகம் (Caecum) இதற்கெனவே பெரிய அளவில் வளர்ச்சி பெற்றுள்ளது.

ரூமனிலுள்ள நுண்ணுயிரிகள் புரதமற்றவை. ஆனால், நைட்ரஜன் கலந்த பொருள்களைப் புரதமாக மாற்றும் திறன் கொண்டவை. எனவே, யூரியா போன்ற பொருள்களும் குறிப்பிட்ட அளவில் அளிக்கப்பட்டால் அவை புரதமாக மாற்றப்படுகின்றன. இந்நுண்ணுயிரிகள் இவ்வாறு நார்ச்சத்தைப் பயனுறச் செய்வதுடன் வேறு பல நன்மைகளையும் கால்நடைகளுக்கு அளிக்கின்றன.

நார்ச்சத்து நிறைந்த புல், வைக்கோல் போன்றவை வேறு வழிகளிலும் கால்நடைகளுக்குப் பயன்படுகின்றன. இவை குடலில் அசைவினை ஏற்படுத்துவதால் மலச்சிக்கல் ஏற்படாமல் காக்கின்றன. புல் வகைகளில் உள்ள கெரோட்டின், வைட்டமின் A தேவையினை நிறைவேற்றுகிறது. எனவே, நார்ச்சத்து நிறைந்த புல், வைக்கோல் போன்ற தீவனங்களைக் கால்நடைகளுக்கு 10-20 கி.கி. வரையில் நாள்தோறும் கொடுப்பது நன்று.

- இரா. வசந்தகுமார்

நார்ப்பயிர்கள்

பொருளாதார அடிப்படையில் நார்த் தாவரங்கள் (fibre plants) உணவுத் தாவரங்களுக்கு அடுத்த இடத்தைப் பெறுகின்றன. மனிதன் முதலில் தாவர நார்களைப் பயன்படுத்தி உடை, வில், நாண், வலை, கயிறு போன்ற பல பொருள்களைத் தயாரித்து வந்தான். விலங்கின நார்களான கம்பளி, பட்டு இவற்றைவிடத் தாவர நார்கள் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன. சமுதாய முன்னேற்ற அமைப்பால் தாவர நார்களின் பயனும் அதிகரித்தது. ஏறத்தாழ 2,000க்கும் மேற்பட்ட இனங்கள் நார்த்தாவரங்களாகும். அமெரிக்க இனங்களில் 1,000க்கும் மேற்பட்டவை நார் கொடுக்கக் கூடியவையாகும். ஃபிலிப்பைன் தீவில் மட்டும் 750 நார்த் தாவர இனங்களுள்ளன. வணிகமுறையில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த நார்த்தாவர இனங்களின் எண்ணிக்கை குறைவாகும்.

நார்களைப் பயன்படுத்தும் முறையைக் கொண்டு நார்த் தாவரங்களை 6 தொகுதிகளாக வகைப்படுத்தியுள்ளனர். அவை நெசவு நார் (textile fibre), தூரிகை நார் (brush fibre), பின்னல் மற்றும் முரட்டு நார் (plaiting or rough), நிரப்பும் நார் (filling), இயற்கை ஆடை (natural fabrics), காகித நார் (paper making) என்பன.

ஒரு தாவரத்திலிருந்து எடுக்கப்படும் நார்கள் மேற்காணும் ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட வகையில் பயன்படலாம். தாவர நார் என்பது ஸ்கிளீரென்கைமா (sclerenchyma) என்னும் தனித் திசுச் செல்களைக் குறிப்பதாகும். இந்நார்கள் அவற்றின் வலிமை, நயம், வேதி உட்கூட்டுப் பொருள், தோற்றம் முதலியவற்றில் வேறுபட்டாலும் பொதுவாக அவை ஸ்கிளீரென்கைமாவையே குறிக்கும். நார்கள் தாவரப் பகுதிகளான தண்டு, இலை, வேர், கனி, விதையில் கூடத் தனியாகவோ கூட்டாகவோ காணப்படலாம். தோற்ற அடிப்படையில் நார்களைக் கட்டை நார் (wood fibre), பட்டை நார் (bast fibre), இலை நார் (leaf fibre), புற நார் (surface fibre) எனப் பகுக்கலாம். பெரும்பாலும் நார்த்தாவரங்கள் வெப்ப மண்டல நாடுகளில் காணப்படும்.

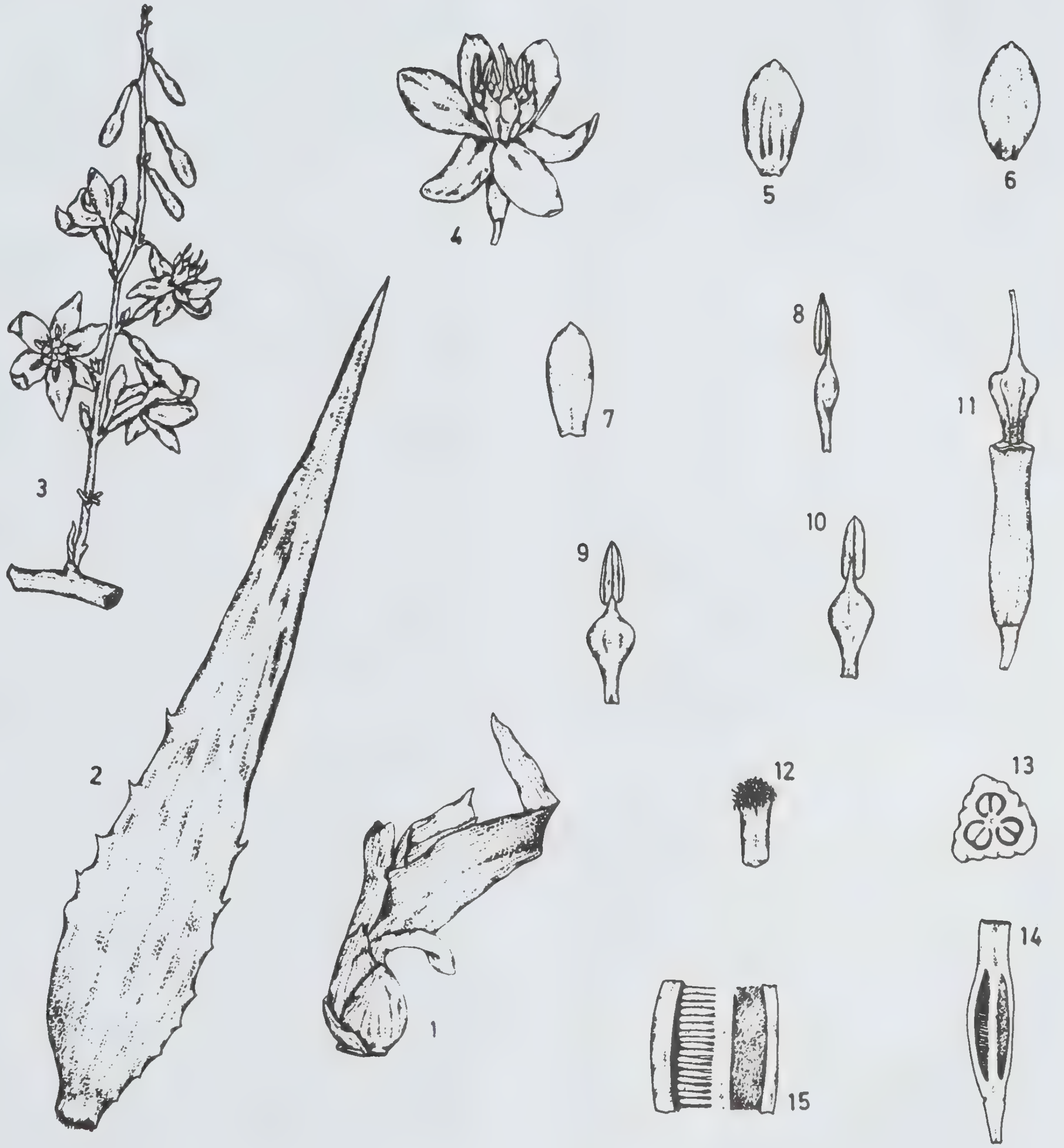
போயேசி, அரிகேசி, மூகேசி, லில்லியேசி, அமெரிலிடேசி, அர்டிகேசி, மால்வேசி, லைனேசி, பாம்பகேசி, லெகூமினேசி, மோரேசி, டீலியேசி, பிரேமீலியேசி முதலியவற்றை முக்கிய நார்த்தாவரக் குடும்பங்கள் என்று கூறலாம்.

நெசவு நார். இந்த நார் அதிக நீளம், உயர் இழு வலிமை, துவளும் தன்மை, சம இழைப்பண்பு, பளபளப்பு, மென் நயம், நீடித்த உழைப்புப் போன்ற சிறப்புப் பண்புகளைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். புறப்பரப்பு நார், மென் நார், கடின நார் என இதை மேலும் மூன்று பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தலாம். மென் மற்றும் கடின நார்களை நீண்ட நார் என்பர். பருத்தி, புறப்பரப்பு நார் வகையைச் சேர்ந்தது. மென் நார் என்பது பட்டை நாராகும். இது பெரும்பாலும் இருவித்திலைத் தாவரங்களில் சல்லடைக் குழாய்த்திசு, பெரிசைகிள், புறணி (Cortex) இவற்றில் காணப்படும். எ.டு : ஃப்ளாக்ஸ், ஹெம்ப், சணல், ரேமி முதலியன. கடின நார் பொதுவாக ஒருவித்திலைத் தாவர இலைகளில் காணப்படும் எ.டு கிசால், அபகா, ரயில் கற்றாழை, தென்னை, அன்னாசி.

பருத்தி. உலகிலேயே மிகப்பெருமளவில் பயிரிடப்படும் பருத்தி, தொன்மை வாய்ந்த சிக்கனப் பயிராகும். இந்தியாவில் கி.மு. 20ஆம் நூற்றாண்டிலேயே இது பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இந்துக்களே முதலில் இதை ஆடையாக நெய்தவர்களாவர். கொலம்பஸ் அமெரிக்காவைக் கண்டுபிடித்தபோது அங்குச் செவ்விந்தியர்கள் பருத்தியைப் பயன்படுத்தி வந்தமையைக் குறிப்பிட்டுள்ளார். மேலும் பருத்தி உலகில் பலவிடங்களில் தோன்றியிருக்கக்கூடும் எனத் தாவரவியலார் கருதுவர். பருத்தி நூல் காசிபியம் என்னும் மால்வேசிக் குடும்பத் தாவரச் சிற்றினங்களிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. இந்த இழைகள் விதைகளைச் சுற்றி

1. கிளை 2. இதழ் 3. விதை 4. மலர் 5. புல்லி இதழ் 6. அல்லி இதழ் 7. மகரந்தம்

சணப்பு



1. குமிழம் 2. இலை 3. கூட்டுப்பூத்திரள் 4. மலர் 5,6 பூவிதழ் 7. வெளிப்பூவிதழ் உறை 8,9,10 மகரந்தங்கள் 11. சூலகம் 12. சூலகமுடி 13. சூலகத்தின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் 14. சூலகத்தின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 15. சூலகத்தின் பெரிதாக்கப்பட்ட தோற்றம்

ரயில் கற்றாழை (Furcrarea giganta)

அமைந்திருக்கும். பருத்திச் செடி பல் பருவத் தாவரமானாலும் அதை ஒரு பருவச் செடியாகவே சாகுபடி செய்வது வழக்கம். இது 1-3மீ. உயரமுள்ள கிளைத்த குத்துச் செடியாகும். 5-6 மாதங்களில் இது அறுவடைக்குத் தயாராகிவிடும். பயிர்ப் பெருக்க முறையில் காட்டுப் பருத்தியிலிருந்து நூற்றுக்கணக்கான வகைகளைத் தேர்வு செய்துள்ளனர். பொதுவாக, 4 சிற்றினங்கள் மிகவும் பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்தவையாகும். காசிபியம் பார்பெடென்ஸ் *(Gossypium barbedens)* கா.ஹிர்ஸுடம் *(G.hirsutum)* ஆகிய இரண்டும் புதுவுலகப் பருத்திகளாகும். கா.ஆர்போரியம் *(G.arboreum)*, கா.ஹெர்பேசியம் *(G.herbaceum)* ஆகிய இரண்டும் பழைய உலகத்தைத் தாயகமாகக் கொண்டவையாகும். அறுவடை செய்த பருத்திக் காய்களிலிருந்து இழையெடுப்பது பல நிலைகளில் நடைபெறும். அதாவது பஞ்சைப் பிரித்தெடுத்து, அயல் பொருள்களையும், குட்டை இழைகளையும் நீக்கி, நீண்ட இழைகளை முறுக்கி நூல் ஆக்குவது போன்றவை நடைபெறும். பஞ்சைச் சோடா காரத்துடன் சேர்த்து வினைபுரியச் செய்வதால் பளபளப்புப் பருத்தி (mercerized cotton) கிடைக்கும். பருத்தி என்பது தனிச் செல்லுலோஸ் மூலக்கூறுகளால் ஆனதால், செல்லுலோஸ் பயன்படுத்தப்படும் தொழில்களின் பஞ்சை மூலப் பொருளாகக் கொள்வர். பருத்தியின் பயன் ஆடை நெய்தலாகும்.

ஃப்ளாக்ஸ். மேலை நாடுகளில் முக்கியமாகக் கருதப்பட்டு வந்த நார், ஃப்ளாக்ஸ் ஆகும். தற்சமயம் இது பருத்திக்கு அடுத்த இடத்தைப் பெற்றுள்ளது. ஆனால், நயத்திலும், தரத்திலும் இது பருத்தியைவிடச் சிறந்ததாகும். இது 5,000 ஆண்டுகளாகப் பயிரிடப்பட்டு வந்திருக்கலாம் எனத் தாவரவியலார் கருதுவர். ஃப்ளாக்ஸ் என்பதன் தாவரவியல் பெயர் லைனம் *(Linum)* ஆகும். இது லைனேசி என்னும் இருவித்திலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்ததாகும். லைனம் யுடிலிசிமம் *(L.Utilissimum)* என்பதே பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்த நாராகும். லினன் செடி 30-150 செ.மீ. உயரம் வளரக்கூடிய ஒரு பருவச் செடியாகும். இதை மித வெப்ப நாடுகளில் பயிர் செய்வர். இச்செடியின் தண்டிலிருந்து நாரை எடுப்பர். நார், சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகளை (vascular bundles) அடுத்துள்ள திசுவில் தோன்றுகிறது. லினன் நார் இழைகள் 30-100 செ.மீ. நீளமிருக்கும். ஒவ்வோர் இழையும் கூரான முனைகளோடு கூடிய தடித்த செல்லுலோஸ் செல் சுவர்களைக் கொண்ட நார்ச் செல்களின் தொகுப்பாலானது. தண்டிலிருந்து நாரைப் பிரித்து எடுப்பது மிகவும் கடினம். பருத்தி நாரை எடுப்பதைவிடச் செலவு கூடியது.

செடித் தண்டைக் கைகளால் அறுவடை செய்து நீரில் ஊறவைத்து, அழுகச் செய்வர். இதனால் நார் இழைகள் தனித்து வெளிப்படும். இழைகளைத் தூய்மைப்படுத்தி வெயிலில் காய வைப்பர். பிறகு பெரிய இழைகளைச் சிறிய இழைகளிலிருந்து பிரித்தெடுப்பர். குட்டை இழைகளே நூற்பதற்கும், நெசவுக்கும் பயன்படுத்தப்படும். லினன் நார் இழை நீளம், உறுதி, நயம், நீடிக்குந்திறன் முதலிய பண்புகளில் பருத்தியைவிடச் சிறந்ததாகும். லினன் இழையைப் பயன்படுத்திக் கயிறு, கான்வாஸ் துணி, ஜமக்காளம், கம்பளம், தூண்டில் நூல், சிகரெட் காகிதம், எழுதும் நயக்காகிதம் முதலியவற்றைத் தயாரிப்பர். லினன் உற்பத்தியில் ரஷ்யா முதலிடம் பெறுகிறது. மிக நயமான லினன், பெல்ஜியத்தில் பயிரிடப்படுகிறது. போலந்து, ஹாலந்து, ஃபிரான்ஸ் முதலிய நாடுகளும் லினன் செடியைப் பயிர் செய்வதுண்டு. இச்செடியின் விதையிலிருந்து லின்சிட் எண்ணெய் எடுப்பர். இதையே யாளி விதை என்பர்.

ஹெம்ப். வணிக முறையில் ஹெம்ப் நார் என்னும் பெயர் மிகவும் குழப்பத்தைத் தோற்றுவித்துள்ளது. தொடர்பற்ற பல செடிகளின் நார்கள் இப்பெயரால் குறிப்பிடப்பட்டாலும், கஞ்சாச் செடியிலிருந்து எடுக்கப்படும் நாரே உண்மையான ஹெம்ப் நாராகும். மத்திய மற்றும் மேற்கு ஆசியாவைத் தாயகமாகக் கொண்ட இச்செடியிலிருந்து நார், எண்ணெய், போதைப்பொருள் ஆகியன எடுக்கப்படுகின்றன. இச்செடியைப் போதைப்பொருளுக்காகப் பயன் படுத்துவது மனித சமுதாயத்திற்குத் தீங்கு விளைவிப்பதால் இதன் நாருக்கு முதன்மை தருவதில்லை. இச்செடி ஒரு பாலின, ஈரில்லா வகையாகும். ஆண் செடியின் வெண்மையான நார்கள் பெரிசைகிள் திசுக்களிலிருந்து தோன்றுகின்றன. இந்த நார்ச் செல்களின் சுவர் லிக்னின் என்னும் வேதிப் பொருளைக் கொண்டதால் சற்றுக் கடினமாக இருக்கும். இந்த நார்களைக் கொண்டு கயிறு, நூல், கோணிச்சாக்கு, பை, பாய்மரம், ஜமக்காளம் முதலியவற்றைத் தயாரிப்பர். ஓக்கம் (oakum) என்னும் குட்டை இழைகளைக் கப்பல் கட்டும்போது பலகைகளுக்கு இடையில் வைப்பர். மேலும் எந்திரங்களிலும் எக்கிகளிலும் (pump) இது பயன்படும்.

ரேமி. இதன் தாவரவியல் பெயர் பொக்மீரியா நீவியா (*Boehmeria nivea*) ஆகும். இச்செடி ஆசியாவைத் தாயகமாகக் கொண்டது. பல நூற்றாண்டுகளாக இது

சீனாவில் பயிரிடப்பட்டு வந்துள்ளது. தற்போது சீனா, ஜப்பான், பார்மோசா, கம்பூசியா முதலிய நாடுகளில் பயிரிடப்படுகிறது. நாருக்காகப் பயிரிடப்படும்போது இது கிளைப்பதில்லை. செடியின் தண்டுகள் 1-2 மீ. உயரம் வளரும். பட்டையிலிருந்து எடுக்கப்படும் நார் மிகவும் நீளமாகவும் உறுதி வாய்ந்ததாகவும் விளங்குகிறது. தண்டிலிருந்து நாரைப் பிரித்தெடுப்பது கடினம். இதன் தயாரிப்பு செலவு மிகுந்ததாகையால் இதை மிகுதியும் பயன்படுத்துவதில்லை. இந்த நாரைச் சீனமொழியில் சைனாப் புல் (China grass) என்று கூறுவர்.

சணப்பு. சன் ஹெம்ப் என்னும் சணப்பு குரோடலேரியா ஜன்சியா *(Crotalaria juncea)* என்னும் ஃபேபேசிக் குடும்பத் தாவரங்களிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. இச்செடி 2-4 மீ. உயரம் வளரக்கூடியது. இந்தியா, இலங்கை, ஆசிய நாடுகளில் மழைக்காலத்தில் இதை வயலில் வளர்ப்பதுண்டு. இச்செடி பசுந்தாள் உரமாகப் பயன்படுவதால் வேர்ப் பகுதியை விட்டுவிட்டுத் தண்டுப் பகுதியிலிருந்து நாரைப் பிரித்தெடுப்பர். சணப்பு நாரைப் பயன்படுத்திக் கோணி; பை, கயிறு, வலை போன்றவற்றைத் தயாரிப்பர்.

புளித்த நார். ரோசெல்லா என்றும் இதைக் கூறுவர். இது ஹைபிஸ்கஸ் சாப்டாரீஃபா *(Hibiscus sabdarefa)* என்னும் மால்வேசிக் குடும்பத் தாவரத்திலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. இந்தியா, தென்கிழக்கு ஆசியா, பசிபிக் தீவுகளில் இது பயிரிடப்படுகிறது. தண்டிலிருந்து 10-15 நாள்களுக்குள் நாரைப் பிரித்தெடுத்து விடலாம்.

ஒட்டட்டி. இதைக் காண்கோ சணல் என்று கூறுவர். இது யுரீனா லோபேடா *(Urena lobata)* என்னும் செடியின் தண்டிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. இந்நார் மஞ்சள் கலந்து வெண்மை நிறம் கொண்டது. இது கியூபா, மடகாஸ்கர், காங்கோ, நைஜீரியா, பிரேசில் முதலிய நாடுகளில் பயிரிடப்படுகிறது.

கடின நார். மணிலா நார் அல்லது நார்மடி என்பதற்கு அபாக்கா ஹெம்ப் என்னும் பெயருமுண்டு. உலகிலேயே கயிறுக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் நார்களில் முதலிடம் பெறுவது இந்நாராகும். இது காட்டுவாழைச் சிற்றினங்களிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. மியூசா டெக்ஸ்டைலிஸ் *(Musa textilis)* என்னும் மணிலா வாழை முக்கிய இனமாகும். இம்மரம் 6-10மீ. உயரம் வளரும். 20-30 இலைப்பட்டைகள் இம்மரத்தில் காணப்படும். இலைகள் ஒவ்வொன்றும் 1-2 மீ. நீளமிருக்கும். இலைப்பட்டைகளைத் தரைமட்டத்தில் வெட்டி நெடுக்கு வாக்கில் உரிப்பர். பிறகு உள்ளேயுள்ள சோற்றுப் பகுதியை நீக்கிவிட்டுக் காய்ந்தபின் நாரைப் பிரித்தெடுப்பர். ஒவ்வொரு நாரும் 2-3 மீ. நீளமிருக்கும். நார் பளபளப்பும், வெளிர் பழுப்பு முதல் வெண்மை வண்ணமும் பெற்றிருக்கும். உறுதியும், நீளும் தன்மையும் பெற்ற இது நன்னீர் மற்றும் உப்பு நீரில் கெடுவதில்லை. ஆகையால், கடலில் பயன்படும் கயிறு தயாரிக்க மிகவும் ஏற்றது. இந்நாரால் மணிலாக் காகிதம், கோணி ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கலாம். இம்மரம் முக்கியமாக ஃபிலிப்பைன்ஸ் தீவுகளில் பயிரிடப்படுகிறது.

கற்றாழை நார். அமெரிக்காவில் பருத்திக்கு அடுத்தபடி கற்றாழை இன நார்களே மிகுதியும் பயன்படுகின்றன. கற்றாழை இனச் செடிகள் தண்டற்றவை. இலைகள் தரைமட்டத்தில் கொத்தாகக் காணப்படும். இவை வறள் சதைப்பற்றுத் தாவரங்களாக உள்ளமையால் பயிரிடுவதில் கடினமில்லை. இலைகளின் நுனியில் முள்கள் காணப்படும். பல சிற்றினங்களின் இலைகளிலிருந்து நார் எடுக்கப்படுவதால் இவற்றின் வகைப்பாடு சற்றுச் சிக்கலானது.

மெக்சிகோ கற்றாழை. இது மெக்சிகோவைத் தாயகமாகக் கொண்ட ஆஸ்டெக் இனத்தாரால் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்ததாகத் தெரிகிறது. இந்நார் கனமாகவும், வலிமை குன்றியதாகவும் உள்ளமையால் கப்பல் கட்டுமானத்தில் இதைப் பயன்படுத்துவதில்லை.

சிசால் நார். இது அகேவ் சிசலானா (Agave sissalana) என்னும் ரயில் கற்றாழைச் செடியின் இலைகளிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. இது மெக்சிகோ, மத்திய அமெரிக்காவைத் தாயகமாகக் கொண்டது. இப்போது மேற்கிந்திய, கிழக்கிந்திய ஹவாய்த் தீவுகளில் புகுத்தப்பட்டுள்ளது. இது ஏனைய செடிகள் வளராத சூழ்நிலையிலும் வளரக்கூடிய வறள் தாவரமானதால் மிக எளிதாகப் புகுத்தப்படுகிறது. இதன் இலைகளிலிருந்து முரட்டு நார் தயாரிக்கப்படுகிறது.

மாரிஷியஸ் ஹெம்ப். இதன் தாவரவியல் பெயர் ஃபர்க்ரேரியா ஜைஜேன்டியா *(Furcrarea gigantea)*. இதையும் ரயில் கற்றாழை என்றே குறிப்பிடுவதுண்டு. ஆனால், மலரமைப்பில் வேறுபாடு காணப்படும். இது நியூசிலாந்து நாட்டுச் சதுப்பு நிலத்தைத் தாயகமாகக் கொண்டது. இந்த நார் பளபளப்பு, மிகு நீளம், உறுதி, துவளும் தன்மை இவற்றைக் கொண்டது. கயிறு, பாய், போன்றவற்றைப் பின்ன இதைப் பயன்படுத்துவர்.

மருள் நார். இதற்கு வில் நாண் ஹெம்ப் (bow-string hemp) என்னும் பெயருண்டு. இது சான்ஸ்வீரியா

(Sansevieria) என்னும் இன இலைகளிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. இந்நாரைக் கொண்டு தொட்டில் கயிறு, வில், நாண் முதலியவற்றைத் தயாரிப்பர். இது இந்தியாவில் பல்லாண்டுகளாகப் புழக்கத்திலிருந்து வரும் இழையாகும்.

தென்னை நார். பொதுவாக இவ்வகை நார் கனிகளின் மட்டைகளிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. தேங்காய் மட்டையைப் பிரித்தெடுத்து உப்பு நீரில் மாதக் கணக்கில் ஊறவைத்துத் தனியாகத் தென்னை நாரிழைகள் பிரியத் தொடங்கியதும், அடித்துப் பிரித்து எடுப்பர். குட்டையான இவ்விழைகள் நீரில் கெடாதவை. எடை குறைவானவை. இவற்றினால் தாம்புக் கயிறு, வடக்கயிறு, மிதியடி, தரைவிரிப்பு, சோஃபா ஆகியவற்றைத் தயாரிப்பர். தென்னை நார்த் தயாரிப்பில் இலங்கை முதன்மை பெறுகிறது.

அன்னாசி நார். உண்ணக்கூடிய பழத்தைத் தரும் அன்னாசிச் செடியின் இலைகளிலிருந்தும் நார் எடுக்கப்படுகிறது. இந்நார் வெண்மையாக, பளபளப்புடனும், துவளும் தன்மையுடனும் காணப்படும். நாருக்காகப் பயிரிடும்போது அன்னாசியை நெருக்கமாக வளர்ப்பர்.

தூரிகை நார். தாவரங்களிலிருந்து எடுக்கப்படும் நார்களைக் கொண்டு தூரிகை, துடைப்பம், தூசித் தட்டுவான் ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கலாம். இந்நார் வலிமையும் வளையும் தன்மையும் பெற்றிருக்கும். இலைக்காம்பிலிருந்து நாரைப் பிரித்தெடுப்பர். அமெரிக்க, ஆப்பிரிக்கப் பனை இலைகளிலிருந்து இவ்வகை நார் எடுக்கப்படுகிறது. இதனைப் பிசாவா (pissava) நார் என்பர். இந்தியாவில் பனை, கூந்தல்பனை முதலியவற்றிலிருந்து இவ்வகை நார் எடுப்பர். முட்டைக்கோஸ் பனை என்னும் இனத்திலிருந்து வட அமெரிக்காவில் நார் எடுக்கப்படுகிறது. இந்நார் வகையைத் தவிரத் தொப்பி, பாய், கூடை முடைவதற்கு என்று சிறப்பு நார்களும் உண்டு. மேலும் இலவம் பஞ்சைப் பயன்படுத்தித் தலையணை, மெத்தை முதலியவற்றைத் தயாரிப்பர்.

இயற்கை ஆடை. சில மரங்களின் உட்பட்டையில் நார் இழைகள் நெருக்கமாகப் பின்னிய நிலையில் இருக்கும். அவற்றை உரித்தெடுத்துத் தட்டி ஆடையாகவே பயன்படுத்துவதுண்டு. இவ்வகை ஆடைகளே மரவுரியாகும். பாலித்தீவு, கிழக்கு ஆசிய நாடுகளின் ஆதிவாசிகளால் பயன்படுத்தப்படட டாபா ஆடை என்பது பிரௌசனேஷ்யா பபைரிஃபெரா *(Broussonetia papyrifera)* என்னும் தாவரவியல் பெயர் பெறும். இதற்குக் காகித முசுக்கட்டை என்றும் பெயர். இந்தியா, இலங்கை ஆகிய நாடுகளில் வழக்கத்திலிருந்த மரவுரி என்பது ஆண்டியேரிஸ் டாக்சிகார்பா *(Antiaris toxicarpa)* என்னும் மரத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்டது. தென் அமெரிக்க இந்தியர்கள் கௌரடேரி என்னும் மரத்திலிருந்து ஆடைகளைத் தயாரித்தனர். இவற்றைத் தவிர, தாவர நார்களைப் பயன்படுத்திக் காகிதம், டெரிகாட்டன், நைலான், பாலியெஸ்டர் போன்ற செயற்கை இழைகளைத் தயார் செய்வதுண்டு.

- தி. ஸ்ரீகணேசன்

துணை நூல். A.F.Hill, Economic Botany, McGraw Hill publications, New York.

நார்வேஜியன் கடல்

வட அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் ஒரு பகுதியே நார்வேஜியன் கடல் ஆகும். இக்கடல் 70°.00′ அட்சரேகையிலும், 2° 00′ தீர்க்கரேகையிலும் அமைந்துள்ளது. இக்கடலின் எல்லைப் பகுதிகளாகக் கிழக்கில் நார்வேயும், மேற்கில் ஐஸ்லாந்து, ஷெட்லாந்து ஃபேரோ தீவுகளும், வடக்கில் கிரீன்லாந்து, பேரேன்ட்ஸ் கடலும் அமைகின்றன.

நார்வேஜியன் கடல் 4000 மீ. ஆழமுடையது. இப்பகுதியில் உப்புத்தன்மையின் அளவு 35%. இங்குள்ள கிரீன்லாந்து, ஐஸ்லாந்து, ஃபேரோ தீவுகள், வட ஸ்காட்லாந்து ஆகியவற்றை ஒன்றாக இணைக்கின்ற ஆழ்கடல் முகடுகளே நார்வேஜியன் கடலைப் பரந்த அட்லாண்டிக் பகுதியிலிருந்து பிரிக்கின்றன.

நார்வே கடலோரத்தில் வெப்பமான நார்வே நீரோட்டம் வடகிழக்காகச் செல்வதினால் இப்பகுதி பனியற்றதாகவே காணப்படுகிறது. தவிர, குளிர்ந்த நீரோட்டம் வெப்பமான நீரோட்டத்நுடன் நன்கு கலப்பதால் இங்கு மீன்வளம் செறிந்துள்ளது. குறிப்பாகக் காட்மீன், ஹெர்ரிங் மீன் போன்றவையே ஐஸ்லாந்து, நார்வே, ஷெட்லாந்து, ஃபேரோ தீவுகளைச் சுற்றிலும் கிடைக்கின்றன.

- இரா. சிவக்குமார்

நாரத்தை

இத்தாலி, கிரீஸ் போன்ற வெப்ப மண்டல நாடுகளில் நாரத்தை பயிரிடப்படுகிறது. இதன் தாவரவியல் பெயர் சிட்ரஸ் மெடிகா *(Citrus medica)* என்பது. இது ரூடேசி என்னும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. ரூடேசிக் குடும்பம் இருவித்திலைத் தாவரங்கள் என்னும் வகுப்பினுள், அல்லி இணையாதவை என்னும் துணை வகுப்பின்கீழ், டிஸ்கிஃப்புளோரா என்னும் வரிசையில், ஜிரேனியேல்ஸ் என்னும் துறையின் கீழ் அமைந்துள்ளது. நாரத்தை 3 மீ. உயரமுள்ள சிறிய மரம். இதில் பல கூரிய முள்களுள்ளன. நீள் முட்டை வடிவத் தனியிலைகள் மாற்று இலையடுக்கம் பெற்றவை. இலையடிச்செதில் இல்லை. சிறிய இலைக்காம்பு, தட்டையாகச் சிறகு போன்று இலைத்தாளுடன் இணையாதது. இலை விளிம்பு சிறு பற்களுடையது. இதன் நுனியில் பள்ளம் உண்டு. ஒரு சில பூக்களைக் கொண்ட நுனி வளர் மஞ்சரியில் இருபால் பூக்கள் காணப்படும். பூவடிச் செதில், பூக்காம்புச் செதில் இல்லை. சூலகக் கீழ்ப் பூ, ஆரச்சமச்சீருடையது.

புல்லிவட்டத்தில் 5 புல்லி இதழ்கள் இணைந்துள்ளன. தொடு இதழ் ஒழுங்கில் இவை பசுமையாகக் காணப்படும். அல்லி வட்டத்தில் 5 அல்லி இதழ்கள் இணையாதவை; இளம் சிவப்பு அல்லது வெள்ளை நிறமான இவை மணமுடையவை; மகரந்தத்தாள் வட்டத்தில் 30-40 மகரந்தத்தாள்கள் பல கற்றைகளாகக் காணப்படும். மெல்லிய மகரந்தக்காம்புகளும் இரண்டு அறைகள் கொண்ட மகரந்தப்பைகளும் உண்டு. இவை நீளப்போக்கில் வெடித்து மகரந்தத்தைச் சிந்தும். சூலகம் பல சூலக இலைகள் இணைந்து உண்டாகிய மேல் மட்டச் சூல்பையில் உள்ளது. பல சூல்கள் அச்சுச் சூல் அமைவில் காணப்படும்; நீள்சதுரப் பெரிய சதைக்கனிகளில் (berry) 10-13 சுளைகள் உள்ளன. பெரிய கனித்தோலில் சதைப்பற்றுள்ளது. சுளைகள் சிறியவை; சாறு மிகவும் புளிப்புச் சுவை கொண்டது. முளைசூழ்தசை (endosperm) உடைய வெண்ணிறச் சிறிய விதைகளுண்டு; ஒரே விதையில் பல கருக்களைக் கொண்ட பல்கரு நிலையைக் காணலாம். பூக்களில் மகரந்தத்தாள்கள் முன் முதிர்வதால் பூச்சிகளின் உதவியால் அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறுகிறது.

பயிரிடும் முறை. இந்தியாவில் பொதுவாக அனைத்து மாநிலங்களிலும் மண் வகைகளிலும் நாரத்தை பயிரிடப்படுகிறது. மலைச்சரிவுகளிலும், சமவெளிகளிலும் உள்ள சிவப்பு மண், களி மண், தோட்ட மண்ணிலும் பயிராகும். பொதுவாக வடிகால் வசதியுள்ள மணல் பாங்கான மண்ணில் நன்றாக வளரும். நாரத்தை விதையின் மூலமும் பயிரிடப்படுகிறது. விதைகள் முளைக்கும் திறனை எளிதில் இழந்துவிடுவதால் அவற்றைக் கனியிலிருந்து எடுத்த இரு வாரங்களுக்குள் முளைக்கப் போடவேண்டும். ஒரே விதையில் பல கருக்கள் உள்ளமையால் நாற்றுகள் 3 வாரங்களில் முளைக்கும். விதைகள் மட்கு அடங்கிய மேடுகளில் முளைக்க வைக்கப்படுகின்றன. சிறந்த, நன்றாக வளரும் நாற்றுகளை மண்ணுடன் பிரித்தெடுத்து வேறு இடத்தில் 3X1 அடி பாத்திகளில் நடவேண்டும்.

நாற்று ஓராண்டில் மொட்டு விடத் தொடங்கும். வேர்விடத் தொடங்கிய பிறகு ஒரு 'T' வடிவக்கீறல் கீறி அதனுள் சிறந்த வகை நாரத்தையின் மொட்டை வைத்து வாழைப்பட்டை அல்லது பிளாஸ்டிக் தாளால் நன்றாகக் கட்டி விடவேண்டும். இது 2 அடி உயரம் வளர்ந்த பிறகு மண்ணுடன் வேறு பாத்திகளில் நடவேண்டும். ஒவ்வொரு நாற்றையும் 3' X 3' X 3' அளவுள்ள குழிகளில் நடவேண்டும். குழிகளில் தொழு உரம் போடலாம். மரங்களுக்கு இடையே 4 மீ. இடைவெளியிருத்தல் நல்லது. மழைக்காலத்தில் நீர்ப்பாய்ச்ச வேண்டியதில்லை; கோடைக்காலத்தில் நீர்ப் பாய்ச்ச வேண்டும். நீர் தேங்காமல் நல்ல வடிகால் வசதி செய்ய வேண்டும். தொழு உரத்துடன் நைட்ரஜன், அம்மோனியம் சல்ஃபேட், ஃபாஸ்பரஸ், பொட்டாசியம் ஆகிய உரங்கள் போடப்படுகின்றன. மரம் வளர, வளரக் களைகள் நீக்கப்படுகின்றன. துத்தநாகம், செம்பு, இரும்புப் போன்றவற்றின் குறை வராமலிருக்க அவற்றைக் கலந்து இலைகளின் மேல் தூவலாம். கனிகள் முதிர்ச்சி அடையாமல் விழுவதைத் தடுக்க 2, 4-டி IAA போன்ற வளரூக்கிகள் (auxins) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கிளை நீக்கமும், இலை நீக்கமும் அவ்வப்போது செய்யப்படுகின்றன.

நாரத்தையில் பட்டை உடைதல், வேர் அழுகல், கோந்து ஒழுகல் போன்ற நோய்கள் வருகின்றன. ஃபைடாஃப்தோரா, டிப்ளோடியா, கோவிடோடிரைக்கம் போன்ற பூசனங்களாலும் டிரிஸ்டெசா வைரசாலும் நோய்கள் உண்டாகின்றன. சாந்தோமோனாஸ் சிட்ரி என்னும் பாக்டீரியாவால் சிட்ரஸ் திட்டு நோய் ஏற்படுகிறது. தண்டுத் துளைப்பான், கனி உறிஞ்சு அந்துப்பூச்சி, பட்டுப்பூச்சி, வெள்ளை ஈ போன்றவை நாரத்தை மரத்திற்குத் தீங்கு விளைவிக்கின்றன. இவற்றை மருந்துகள் மூலம் அகற்றிவிடலாம்.

நாரத்தைத் சாறு குளிர்ச்சிக்கும், திசுவைச் சீராக்கவும் பயன்படுகிறது. நாரத்தை அதனுடன் தொடர்பு கொண்ட ஆரஞ்சு, எலுமிச்சையைப் போல் மிகுதியாகப் பயிரிடப்படுவதுமில்லை. நாரத்தையின் கனி வெளித்தோல், ஏனையவற்றைவிட மிகவும் தடித்துச் சதைப்பற்றுடன் காணப்படும். இதன் சாறு புளிப்புச் சுவையுடன், சிறிது கைப்புச் சுவையும் சேர்ந்தது. எலுமிச்சம்பழச்சாறு போல நாரத்தையின் சாற்றிலும் இன்சுவைப் பானங்கள் செய்து அருந்தலாம். நாரத்தை பெரும்பாலும் ஊறுகாய் போடப் பயன்படுகிறது. நோயினால் உணவில் விருப்பம் இல்லாமல் போகும் நிலையில் நாரத்தை ஊறுகாய் கொடுத்து வந்தால் உணவில் நாட்டம் கொண்டு நோயாளிகள் இயல்பான உணவு உட்கொள்வர். நாரத்தைச் சாறு தாகத்தைத் தணிக்கிறது. உடல் வெப்பத்தைக் குறைக்கிறது. பித்த வாந்தியைத் தடுக்கிறது. முறைக் காய்ச்சலின்போது நாரத்தையின் சாறு, கொயினாப் பட்டை, மது ஆகியவற்றைக் கலந்து கொடுக்கக் குணம் தெரியும். கனி வெளித்தோலின் உட்பகுதி கனிப்பாகு செய்யப் பயன்படுகிறது. இத்துடன் சர்க்கரை, தேன் கலந்து வயிற்றுப் போக்கிற்கு மருந்தாகக் கொடுக்கலாம். கனி வெளித்தோலைப் பக்குவப்படுத்திப் புட்டியிலடைத்துப் பல நாள்கள் பயன்படுத்தலாம். இது பசியைத் தூண்டுவதோடு, காய்ச்சல், செரியாமை, வீக்கம், அழற்சி முதலியவற்றிற்கும் மருந்தாகிறது. கனி வெளித்தோலும் மதுவும் சேர்ந்தால் காடி **(vinegar)** கிடைக்கும். கனி

1. கிளை
2. புல்லிவட்டம்
3. அல்லி இதழ்
4,5. மகரந்தக் கேசரங்கள்
6. மலர்
7. சூலகம்
8. சூல்பையின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம்
9. சூல்பையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

நாரத்தை ***(Citrus medica)***

வெளித்தோலைப் பொடி செய்து அதிலிருந்து எளிதில் ஆவியாகும் எண்ணெய் எடுக்கலாம். இது கீல்வாத நோயிற்குரிய தேய்ப்புத் தைல மருந்தாகிறது. மணப்பொருள்கள் தயாரிக்கவும், மண எண்ணெய்த் தயாரிக்கவும் இது பயன்படுகிறது. இலை, பூக்களில் இருந்து வாலை வடித்தல் முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட எளிதில் ஆவியாகும் எண்ணெயையும் மேற்கூறிய விதத்தில் மருந்தாகப் பயன்படுத்தலாம். இலைகள் மணம் ஊட்டப் பயன்படுகின்றன. விதையிலிருந்து தயாரித்த மருந்து தேள்கடி, பாம்புக் கடிக்கு உதவுகிறது.

- கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

துணைநூல். J.W. Purseglove, *Tropical Crops-Dicotyledons,* The English Language Book Society and Longman, London, 1974.

நாரிப் பிதுக்கம்

வயிற்றுப் பகுதியின் இருபக்கமும் உள்ள இடைப்பகுதி நாரிப்பகுதி எனப்படுகிறது. முதுகில் இப்பகுதியில் உள்ள தசைகளுக்கிடையே ஏற்படும் பிதுக்கமே நாரிப்பிதுக்கம் (lumbar hernia) எனப்படும். இப்பிதுக்கம் இரண்டு இடங்களில் தோன்றும்.. முதலாவதும் முக்கியமானதுமான பிதுக்கம் பெட்டிட் கீழ்நாரிமுக்கோணம் (petit triangle) வழியே வருகிறது.

இம்முக்கோணம், கீழே இலியாக் என்பின் உச்சப்பகுதியாலும் (crest of illiac bone) வெளிச்சாய்தசையாலும் (external oblique muscle) ஆனது. மேல்நாரி முக்கோணம் என்பது மேலே 12ஆம் விலா எலும்பு, உட்பக்கம் சாக்ரோஸ்பைனாலிஸ் தசை, வெளிப்பக்கம் உள்சரிவு தசையின் பின்ஓரம் இவற்றாலான முக்கோணப்பகுதி வழியே உண்டாகும்

வலது பெட்டிட் முக்கோணத்தில் வரும் நாரிப் பிதுக்கம்

பிதுக்கமாகும். தொற்று கண்ட சிறுநீரகத்தை அறுவையால் களையும்போது உண்டாகும் சீழ்ப்பிடித்து நலிவடைந்த வடு வழியே பெரிய வடு நாரிப் பிதுக்கம் உண்டாகலாம். இப்பிதுக்கத்தை, இப்பகுதியில் உண்டாகும் குளிர்கீழ்கட்டி, தசை நலிவால் வரும் பொய்ப் பிதுக்கம் (phantom hernia) முதலியவற்றிடமிருந்து பிரித்தறிதல் வேண்டும்.

- மா.ஜெ. ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

நாரிழைகள்

இவை செடியின் தண்டுப் பகுதியிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் இழைகள். தண்டு இழை அல்லது சணற்பிரியிழை (hemp bast fibre), சணல் இழை (jute fibre), கெனஃப் இழை (kenaf fibre), ராமி (ramie), சன் (sunn) ஆகியன இவ்வகையில் அடங்கும்.

தண்டு இழை கனாபிஸ் சட்டைவா எனும் தாவரத்தின் தண்டுப் பகுதியிலிருந்து பெறப்படுகிறது. இத்தாலி, ரஷ்யா, யூகோஸ்லேவாகியா ஆகிய நாடுகளில் முதன்மையாகப் பயிர் செய்யப்படும் இச்செடியின் தண்டுப் பகுதி வெட்டப்பட்டு நீரிலோ, திறந்த வெளியிலோ பனியிலோ 7-10 நாள்களுக்கு ஊறவைத்து (retting) மென்மையாக்கப்பட்டு உலர்த்தப்படுகிறது. அடிக்கும் ஆலையில் இழை, தண்டின் மரப்பகுதியிலிருந்து பிரிக்கப்படுகிறது.

இத்தாலியிலும், ரஷ்யாவிலும், தண்டு இழைகள் அவற்றின் நீளம், நிறம், தூய்மை, நூற்பு ஏற்புத்திறன் ஆகிய இயல்புகளின் அடிப்படையில் வகையிடப் படுகின்றன. தண்டு இழைகள் 100-500 செ.மீ. நீள வரம்பும் 0.5-5 மி.மீ. அகல வரம்பும் கொண்ட தட்டையான பட்டைகளாகும். பெரும்பாலும் தண்டு இழைகள் பாய்மரக் கப்பல்களில் கட்டுமானக் கயிறுகளாகப் பயனாகின்றன. மற்றச் சணல் வகைகளோடு ஒப்பிடுகையில் கடினமாகவும் விறைப்பாகவும் உள்ளமையால் இவ்விழையை வெளுத்தல் எளிதன்று.

சணல் இழை. சணல் கார்கோரஸ் எனும் தாவரத்திலிருந்து பெறப்படும் நார்ப்பொருளாகும். உருண்டைக் கோது (round pod), நீள்கோது (long pod), என இருவகைச் சணல் செடிகள் உள்ளன. இரண்டுமே இந்தியாவிலும், பங்களாதேசத்திலும் மட்டுமே பயிரிடப்படுகின்றன. உருண்டைக் கோது வெளிர்நிறம் கொண்டது. சணலும் தண்டு இழையைப் போன்றே

நீரில் ஊறவைத்தல் மூலம் மென்மையாக்கப்படுகிறது. பின்பு ஒரு மரச் சம்மட்டியால் அடித்து நார் பிரிக்கப்படுகிறது. பசுந்தண்டில் (green stalk) ஏறத்தாழ 5% வரை உலர்ந்த இழை இருக்கும்.

சணல் இழையின் நிறம் வெண்பழுப்பு முதல் பழுப்பு கலந்த சிவப்பு வரையுள்ளது. காற்றில் முற்றுகையில் நிறம் ஆழ்ந்த பழுப்பாகிறது. சரியான முறையில் பிரிக்கப்பட்டால், இழை மெல்லியதாகவும், நுண்மை சேர்க்கப்பட்டு 1.5-3 மீ. நீளமுள்ள புரிகளாக மாற்றப்படுகிறது. வேதி நோக்கில், மற்றெந்தப் பயன்மிகு இழையையும் விடச் சணலில் லிக்னினின் விழுக்காடு கூடுதலாகவும், செல்லுலோசின் விழுக்காடு குறைவாகவும் உள்ளன. இதனால் சணல் இழையின் வலிவும் திடமும் குறைவாகவே உள்ளன.

ஒளிர்வு, மென்மை, வலிமை, நிறம், தூய்மை, சீர்மை ஆகிய இயல்புகளின் அடிப்படையில் சணல் தரம் பிரிக்கப்படுகிறது. இவ்வியல்புகள் ஒரு செடியின் இழைக்கும் மற்றொரு செடியின் இழைக்கும் இடையே கூட வேறுபடக்கூடும். வகையிடுதலுக்கும், சிப்பங் கட்டுதலுக்கும் முன்பாக இழைப்பிரியின் கடினமான தழை போன்ற அடிப்பகுதி வெட்டி அகற்றப்படுகிறது.

பயனாகும் அளவிலும் வகைகளிலும் சணல், பருத்திக்கு அடுத்த முதன்மையான யாப்பிழையாகும். கித்தான், சாக்கு, லினோலியத்திற்கும், ஜமுக்காளத்திற்கும் தாங்கு படலம், இழைவலை ஆகியவற்றின் தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது.

சணலை வெளுக்க இயலாது. வெளுக்கையில் அதன் வலிவு குறைந்து விடுகிறது. வலிவுள்ள எரிகாரம், அடர் கனிம அமிலங்கள் ஆகியன சணலைக் கரைத்து விடக்கூடும். சணல் உப்பு நீரிலும் வலிவிழக்கும்.

கெனாஃப் இழை. ஹைபிஸ்கஸ் கனாபினஸ் எனும் தாவரத்தின் இழைப்பொருள் இதுவாகும். இது பம்பாய்ச் சணல் அல்லது அம்பாரிச் சணல் எனவும் குறிப்பிடப்படும்; வணிகத்தில் மெஸ்டா (mesta) என வழங்கப்படுகிறது. செடியின் தண்டுப்பகுதி 10-12 அடி இருக்கும். நார்ப்பிரிக்கும் உத்தி, சணலுக்குப் பின்பற்றப் படுவதேயாகும். சணலுக்குப் பதிலாக இவ்விழையைப் பயன்படுத்தலாம்.

ராமி. சைனாவில் பயிர் செய்யப்படும் நீவியா அல்லது சைனாப்புல் எனும் பயிரின் இழைப் பொருளான ராமி மற்ற நாரிழைகளைவிட வலிவிலும், பயனுறும் வகையிலும் உயர்ந்தது. ஈரத்தால் பாதிக்கப்படாத இவ்விழை தனியாகவும், பிற இழைகளுடன் கலப்பினமாகவும், நூற்பதற்கும், பின்னுவதற்கும் ஏற்றது. இதன் ஈரநிலை வலிமை மிக உயர்வாகும். கம்பளியுடன் கலப்பதற்கும், கயிறு, வலை ஆகியவற்றைத் தயாரிப்பதற்கும் பயனாகிறது.

சன் (Sunn). காசிச் சணல் எனப்படும் இவ்விழை குரோட்டலேரியா ஜன்சியா எனும் பயிரிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. அனைத்து வகைகளிலும் சணலையொத்த இவ்விழை சாம்பல் அல்லது பழுப்பு நிறம் கொண்டிருக்கும். இதன் நுண் அமைப்பு விறைப்பும் நொறுங்கும் இயல்பும் கொண்டதாகவோ, பட்டைப் போன்று மென்மையானதாகவோ இருக்கக்கூடும். உயர்வகை இழைக்காகிதம் (tissue paper) தயாரிப்பிலேயே காசிச் சணல் பெரும்பாலும் இடம்பெறுகிறது.

- மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நால் நேரலகு இயற்கணிதம்

இயற்கணிதம் புதிய எண்ணங்களாலும் கோட்பாடுகளாலும் செழிப்புற்ற காலம் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கமாகும். அக்காலப் புதிய கண்டுபிடிப்புகளுள் ஒன்று $\sqrt{-1}$. இதை i என்பர். 17,18 ஆம் நூற்றாண்டுகளில் இதைக் கொண்டு பலவகையான கணக்குகளில் தீர்வுகளைக் கண்டறிந்த போதிலும் இதை ஓர் எண்ணாகக் கொண்டு அதன் தன்மையை எவரும் தெள்ளத் தெளிவாக விளக்கவில்லை. 19ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில்தான் i-ன் துல்லியமான விளக்கம் கொடுக்கப்பட்டது. அதாவது தளத்தில் ஒரு செங்கோண அளவு சுழற்சி என்னும் வடிவக்கணித விளக்கம் இதனை விவரிக்கும்.

i ஐத் தளத்தில் ஏற்படும் சுழற்சி என விளக்கும்போது முப்பரிமாண வெளியில் ஏற்படும் சுழற்சிகளையும் ஏன் விளக்க இயலாது என்னும் வினாவில் பிறந்த கோட்பாடே நால் நேரலகு இயற்கணிதம் எனப்படும். இதை முதலில் கண்டறிந்தவர் வில்லியம் - ரோவன் ஹாமில்டன் என்பவராவார்.

முப்பரிமாண வெளியில் நிகழ்வுறும் செயல்களுக்கு நால் வகையான அலகுகள் தேவை என்பது தெளிவு. எடுத்துக்காட்டாக முப்பரிமாண வெளியிலுள்ள ஒரு திசையனை (vector) மற்றொரு திசையனாக மாற்றக் கீழ்க்காணும் அளவீடுகள் தேவை. அவை முறையே கொடுக்கப்பட்ட திசையனுக்கும், தேவையான

திசையனுக்குமுள்ள நீள விகிதம், அவற்றிற்கு இடைப்பட்ட கோணம், அவை பிரியும் புள்ளி (node), திசையன்கள் பூஜ்ய திசையனோடு அமைக்கும் தளங்களில் சாய்வு என்பன. இந்த நான்கு அளவீடுகளை ஹாமில்டன், நால் நேரலகு (quaternions) எனக் குறிப்பிட்டார். இவற்றைத் தனித்தனி அலகுகளாகக் கொண்டும் பெருக்க இயலும் என்பதையும் கண்டறிந்தார். மேலும் இந்த நால் நேரலகு இயற்கணிதம் பரிமாற்ற விதியை நிறைவு செய்யாது என்பதையும் மெய்ப்பித்தார்.

i, j, k என்பன முப்பரிமாண வெளியில் முறையே x, y, z அச்சுகளில் செயல்படும் அலகு திசையன்கள். ஓர் எண்ணை i ஆல் பெருக்கும்போது அது இடஞ்சுழியாக 90° சுழற்சியைப் பெறுமாதலால் j, k ஆகியவற்றால் பெருக்கும்போதும் இதைக் கொண்டு ij =k; ji=-k என எழுதலாம். இங்கு $ij \neq ji$ என்பது தெளிவு. எனவே, பரிமாற்று விதியை இந்த நால் நேரலகுகள் நிறைவு செய்வதில்லை. இவற்றின் பெருக்கலைக் கீழ்க்காணும் அட்டவணை தெளிவுபடுத்தும்.

	I	ι	j	k
i	I	ι	j	k
ι	ι	-I	k	-j
j	j	-k	-I	ι
k	k	j	$-\iota$	-I

இயற்கணிதத்திலும் நால் நேரலகைப் பயன்படுத்தலாம். $\alpha_o + \alpha_1\iota + \alpha_2 j + \alpha_3 k$ போன்ற குறியீடுகளின் தொகுதியை Q எனலாம். இங்கு α_o, $\alpha_1 \alpha_2$, α_3 என்பன மெய்யெண்கள். $\alpha_o + \alpha_1\iota + \alpha_2 j + \alpha_3 k = \beta_o + \beta_1\iota + \beta_2 j + \beta_3 k$ எனில் $\alpha_t = \beta_t$; t = 0,1,2,3 என வரையறுக்கலாம். மேலே குறிப்பிட்ட குறியீடுகள் நால் நேரலகு மூலங்கள் எனப்படும். இவற்றின் தொகுதி கீழே வரையறுக்கப்படும் செயல்களின் கீழ் ஒரு வளையத்தை ஏற்படுத்தும்.

$$X = \alpha_o + \alpha_1\iota + \alpha_2 j + \alpha_3 K$$

$Y = \beta_o + \beta_1\iota + \beta_2 j + \beta_3 K$ – ல் அமைந்தால் கூட்டலை $X+Y = (\alpha_0+\beta_0) + (\alpha_1+\beta_1)\iota + (\alpha_2+\beta_2)j + (\alpha_3+\beta_3)k$ எனவும், பெருக்கலை

$$\begin{aligned} X.Y &= (\alpha_o\beta_o - \alpha_1\beta_1 - \alpha_2\beta_2 - \alpha_3\beta_3) \\ &+ (\alpha_o\beta_1 + \alpha_1\beta_0 + \alpha_2\beta_3 - \alpha_3\beta_2)\iota \\ &+ (\alpha_o\beta_2 + \alpha_2\beta_0 + \alpha_3\beta_1 - \alpha_1\beta_3) j \\ &+ (\alpha_o\beta_3 + \alpha_3\beta_0 + \alpha_1\beta_2 - \alpha_2\beta_3) K \end{aligned}$$

எனவும் வரையறுக்கலாம். பெருக்கலுக்கான அட்டவணை விதிகளை இங்குப் பயன்படுத்தலாம். வரையறுக்கப்பட்ட செயல்களின் கீழ் Q ஒரு வளையமாகும். இதிலுள்ள பூஜ்யமூலம் o = o+ o.i + o.j + o.k ஆகும். அலகு மூலம் (unit element) 1=1+o.ι + o.j + o.k இவ்வளையம் பரிமாற்ற தன்மையற்றதாகும். $X = \alpha_o + \alpha_1\iota + \alpha_2 j + \alpha_3 k \# o$ எனில் $\alpha_o, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \# o$ இவற்றுள் ஒன்றாவது மேலும், இவை மெய் மதிப்பைப் பெறுவதால் $\beta = \alpha_o^2 + \alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \alpha_3^2 \# o$ எனவே

$$Y = \frac{\alpha_o}{\beta} - \frac{\alpha_1\iota}{\beta} - \frac{\alpha_2 j}{\beta} - \frac{\alpha_3 k}{\beta} \in Q$$

$$X.Y = (\alpha_o + \alpha_1\iota + \alpha_2 j + \alpha_3 k)\left(\frac{\alpha_o}{\beta} - \frac{\alpha_1\iota}{\beta} - \frac{\alpha_2 j}{\beta} - \frac{\alpha_3 k}{\beta}\right)$$

= 1 ஆகும். இதிலிருந்து Qன் பூஜ்யமற்ற மூலங்கள் பெருக்கலின் கீழ் பரிமாற்று பண்பில்லாத குலத்தை ஏற்படுத்தும் என்பது தெளிவு.

எந்திரவியலிலும் நால் நேரலகைப் பயன்படுத்துவர். இருபரிமாணச் சிக்கலெண் வெளியில்

$$\sigma_1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \sigma_2 = \begin{pmatrix} 0 & -\iota \\ \iota & 0 \end{pmatrix}, \sigma_3 = \begin{pmatrix} 1 & -0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

$I = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ எனில், $A = e_0 I + \iota\,(e_1\sigma_1 + e_2\sigma_2 + e_3\sigma_3)$

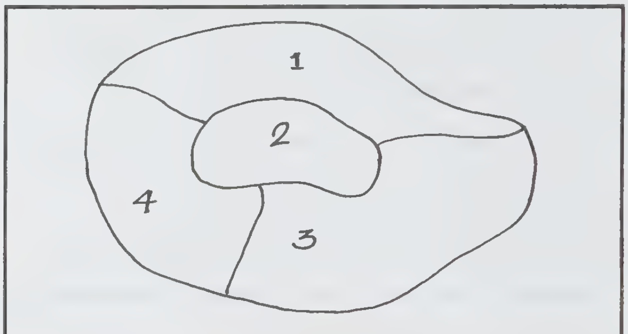
என்பது ஒரு நால்நேரலகு அணியைக் (matrix quatemion) குறிக்கும். மேற்காணும் நால்நேரலகு இயற்கணிதத்தை இந்த அணிகளின் மூலமும் வரையறுக்கலாம்.

- எஸ். சபாபதி

நால் வண்ணப் படக் கணக்கு

ஒரு கண்டத்தின் நாடுகள், ஒரு நாட்டின் மாநிலங்கள் போன்று புவியியல் மண்டலங்களைப் புவியியல் வரைபடமாகத் (map) தளத்தில் (plane) வரையும்போது அவற்றின் பல்வகை உட்பிரிவுகளை வேறுபடுத்திக் காட்டுவதற்காகப் பல வண்ணங்களைத் தீட்டுவர். இரண்டு உட்பிரிவுகள் அடுத்தடுத்து அமைந்து அவற்றுக்கிடையே ஒரு பகுதியில் பொதுவான எல்லைக்கோடு இருப்பின் இரண்டு உட்பிரிவுகளுக்கும் இரு வேறு வண்ணம் தந்து வேறுபடுத்துவர். இந்த அடிப்படையில் பல்வேறு உட்பிரிவுகளைக் கொண்ட ஒரு வரைபடம் வரையும்போது தேவையான வண்ணங்கள் எத்தனை என்னும் வினா எழும்.

1850ஆம் ஆண்டு வாக்கில் ஏ. மார்க்கன், ஏ.எப். மொபைசு, ஏ கெய்லி (A. Cayley) போன்ற பல கணித வல்லுநர்கள் இந்த வினாவுக்கு விடைகாண முயன்றனர். கெம்ப் என்னும் அறிஞர் ஐந்து வண்ணங்கள் போதுமானவை என்று கூறினார். ஆனால் நடைமுறையில் இத்தகைய வரைபடங்கள் வரைய நான்கு வண்ணங்களே போதுமானவையாக உள்ளன. பல உட்பிரிவுகளைக் கொண்ட சிக்கலான ஒரு தள வரைபடங்களை (planar map) உருவாக்கிப் பார்த்தும் இவற்றுக்கு நான்கு வண்ணங்களுக்கு மேல் தேவையில்லை என்பது தெரியவந்தது. ஐந்து வண்ணங்கள் தேவைப்படும் படத்தை உருவாக்கும் முயற்சியில் பலர் ஈடுபட்டும் வெற்றி காண முடியவில்லை. அதே சமயத்தில் நான்கு வண்ணங்களுக்கு மேல் தேவையில்லை என்பதைக் கணித முறையில் நிறுவும் முயற்சியும் வெற்றி பெறவில்லை. இந்தக் கணக்கை நால் வண்ணப்படக் கணக்கு (four colour map problem) என்று குறித்தனர்.



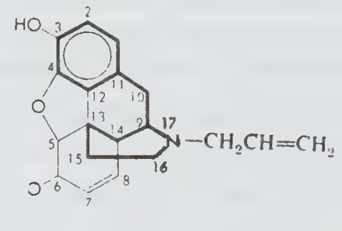
1,2,3,4 வெவ்வேறு வண்ணங்கள்

இந்தக் கணக்கை நிறுவ முடியாவிடினும் இதைவிடச் சிக்கலான பரப்புருவியல் (toplogical) சார்ந்த கணக்குகளுக்குத் தீர்வு காண்பதில் வெற்றி பெற்றனர். ஏறக்குறைய 125 ஆண்டுகள் கடந்து, 1976ஆம் ஆண்டு, கே. ஏப்பல், டபிள்யு.ஹேகன் ஆகியோர் நால் வண்ணக் கணக்கை நிறுவினர். ஒரு தள வரைப்படங்களை வரையும்போது உட்பகுதிகளை வேறுபடுத்த நான்கு வண்ணங்கள் மட்டும் போதுமானவை என்று நிறுவப்பட்டது.

- கோ. சண்முகசுந்தரம்

நாலாக்சோன்

இது துயிலூட்டி வலி நீக்கி மருந்துகளின் எதிர்ப்பு மருந்துகளுள் ஒன்று. நாலாக்சோன் (nalaxone) துயிலூட்டு மருந்தை, துயிலூட்டு எதிர் மருந்தாக மாற்றும்போது அதன் வேதியமைப்பில் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. மார்ஃபீனின் பிப்பிரிடின் நைட்ரஜனின் மெத்தில் தொகுதி கிளையில்லாத மூன்று கரிமப் பக்கச் சங்கிலியால் (புரோப்பில், அல்லைல், ஐசோபுரோப்பில்), பதிலிடப்பட்டால், அந்த மருந்து, துயிலூட்டு எதிர் மருந்தாக வினைபுரிகிறது. மார்ஃபீன் லீவோர்ஃபனால்,



நாலாக்சோனின் வேதியமைப்பு

ஆக்சிமார்போன் ஆகியவற்றின் N- அல்லைல் ஒத்த மருந்துகளே முறையே நாலார்ஃபின், லெவல்லோர்பான், நாலாக்சோன் ஆக உள்ளன.

நாலாக்சோனைத் தனியாகக் கொடுத்தால், மனிதரில் எந்த விளைவும் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் துயிலூட்டு வலி நீக்கி மருந்து கொடுத்தபின், நாலாக்சோன் கொடுக்கப்பட்டால், வலி நீக்கம், மூச்சுவிடலின் மந்த நிலை ஆகியவை தடை செய்யப்படுகின்றன. இங்கு மாத்திரையாகக் கொடுப்பதைவிட, ஊசி மருந்தாகக் கொடுத்தால் நாலாக்சோன் பெரும் பயனளிக்கிறது. சிரை வழியாகக் கொடுப்பட்ட சில நிமிடங்களில் இப்பயன் விளைகிறது.

நாலாக்சோன் ஹைட்ரோகுளோரைடு, 1 மி.லிட்டரில் 400 மைக்ரோ கிராம் அளவில், சிரை வழி ஊசி மருந்தாகக் கிடைக்கிறது.

- மு. கி. பழனியப்பன்

நாலார்ஃபின்

லீவல்லோர்ஃபான், நாலாக்சோன், நாலார்ஃபின் ஆகியன துயிலூட்டும் மருந்துகளுக்கு எதிராகவும், வலிநீக்கியாகவும் பயனாகின்றன.

நாலாக்சோன், கண்டுபிடிக்கப்படுவதற்கு முன்பு நாலார்ஃபின் துயிலூட்டி மருந்துகளின் நச்சு விளைவுகளுக்கு எதிராகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. நாலார்ஃபின், மார்பீனைப் போன்றே வலி நீக்கியாகவும், மூச்சடக்கியாகவும் பயன்படுகிறது. மார்ஃபீனைப் போலன்றி

நாலார்ஃபினின் அலகை மிகுதியாக்கினால் மூச்சடக்கி விளைவுகள் மிகா. நாலார்ஃபினுக்குப் பிறகு, கண் பாவையும் சுருங்குகிறது. இம்மருந்தின் வேண்டா விளைவுகளாக, நாலார்ஃபின் வலிநீக்கியாகப் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

மார்ஃபீன் 10 மி.கி. கொடுத்த பின், அதே அலகில் நாலார்ஃபினைக் கொடுத்தால், முடக்கு விளைவு உண்டாகிறது. அவசர காலங்களில் துயிலூட்டி நச்சு விளைவுகளைத் தவிர்க்க, நாலார்ஃபின் சிரை வழியாகக் கொடுக்கப்படுகிறது. பார்பிச்ரேட்டுகள், ஆல்கஹால் ஆகியவற்றைக் கொடுத்து அதனால் விளையும் மைய நரம்பு மண்டலத் தளர்ச்சி நிலையில் நாலார்ஃபினை மிகவும் கவனமாகக் கொடுக்க வேண்டும். இதேபோல் துயிலூட்டி எதிர் மருந்துகள் கொடுக்கும்போது நாலார்ஃபினைக் கொடுக்கக்கூடாது. 200 மைக்ரோகிராம் மி.லி. என்னும் அலகில் குழந்தைகளுக்கும், 15 மி.கி / மி.லி. என்னும் அலகில் வயது வந்தோருக்கும் ஊசி மருந்தாக நாலார்ஃபின் ஹைட்ரோகுளோரைடு கிடைக்கிறது.

- அ. கதிரேசன்

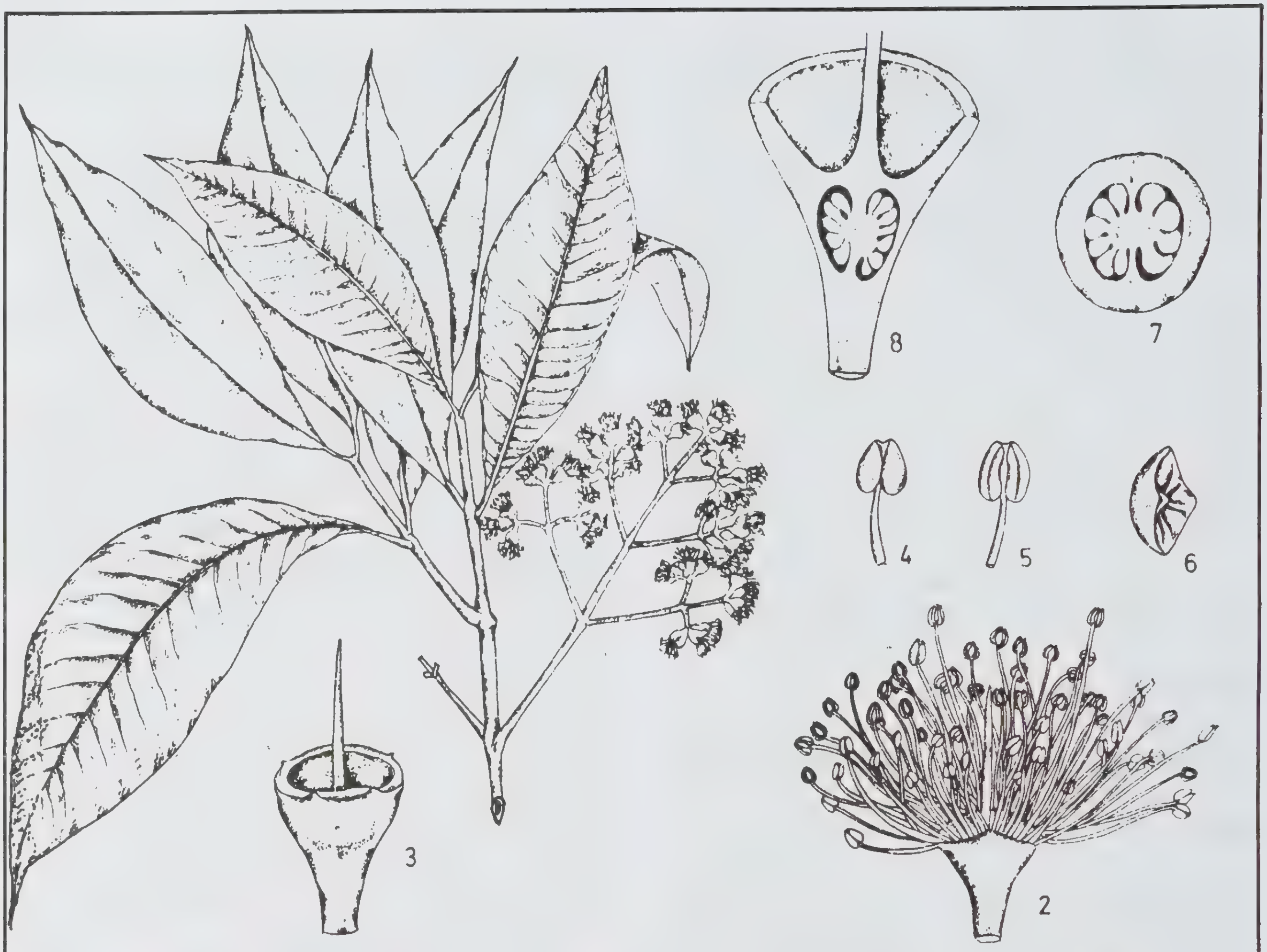
நாவல்

வெப்ப மண்டல மரங்களுள் நாவல் மரமும் ஒன்று. இதைக் கொட்டை நாவல் மரம், நாகமரம், சாதவம், ஆருகதம், நேரேடு, நேரேடம், சுரபிபத்திரை என்றும் கூறுவர். இதன் தாவரப்பெயர் சைசிஜியம் ஜம்போலானம் ***(syzygium jambolanum)*** என்பதாகும். யூஜெனியா குமினியை, யூஜெனியா ஜம்போலானா என்பன இதன் இணைத் தாவரப் பெயர்களாகும். மிர்ட்டேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இதைக் கடல் மட்டத்திலிருந்து 1.5-2 கி.மீ. உயரம் வரையிலுள்ள பகுதிகளில் காணலாம். இது கடற்கரை மணல், ஆற்றங்கரை ஓரங்களில் கூட்டமாக வளர்ந்திருக்கும். இந்தியாவில் இமயமலை அடிவாரம், காவிரி, கங்கைச்சமவெளிப் பகுதிகளிலும் காணலாம். சியாம், இலங்கை, பிலிப்ஃபைன்ஸ், மடகாஸ்கர் ஆகிய நாடுகளிலும் இம்மரம் வளர்ந்திருக்கிறது. இலங்கையில் இம்மரம் புத்தக் கோயில்களைச் சுற்றி வளர்க்கப்படுகிறது. தென்னிந்தியாவில் சாலை ஓரங்களிலும், குளக்கரையிலும், வறள் பகுதிகளிலும் விரும்பி வளர்ப்பர். சாலைகளில் வளர்க்கும் மரங்கள் கனிகளைத் தருவதுடன் நிழலையும் குளிர்ச்சியையும் தருகின்றன.

அமைப்பு. நாவல் மரம் 25-30 மீ. உயரம் வளரும். இதன் மரக்கட்டை கடினமான செஞ்சாம்பல் நிறமுடையது. மரப்பட்டை பழுப்பு அல்லது சிவப்பாக இருக்கும். உலர்ந்த பட்டை உரிந்துவிடுகிறது. நன்கு கிளைத்துப் பரந்து வளரும் பசுமையான இம்மரத்தின் கிளைகள் தொங்கிக் கொண்டிருக்கின்றன. இலைகள் எதிரடுக்கிலும் அரிதாக மாற்றடுக்கிலும் உண்டாகி இருக்கும். இலைகள் முழுமையானவை. துய்யிழைகள் அற்றவை. இவை தோல் போன்றும் முட்டை அல்லது ஈட்டி வடிவத்திலும் இருக்கும். இலையின் மேற்பரப்பு கரும்பச்சையாகவும், பளபளப்பாகவும் விளங்கும். காம்பருகு முனைப்பகுதி ஆப்பு வடிவத்திலோ மழுங்கியோ இருக்கும். இலைநுனி கூரியதாக இருக்கும். இலைக்காம்பு சிவப்பாக 2 செ.மீ, நீளமானது.

மஞ்சரி, கிளையின் உச்சியிலோ இலைக் கோணங்களிலோ உண்டாகியிருக்கும். புதிய இலைகள் பிப்ரவரி, மார்ச் மாதங்களில் உண்டாகின்றன. பூக்கள் மலைப் பகுதியில் மார்ச், ஏப்ரல் மாதங்களிலும் சமவெளியில் ஜூலை, ஆகஸ்டு மாதங்களிலும் தோன்றும். மஞ்சரி 10 செ.மீ. நீளமும், மஞ்சரிக்காம்பு 4 செ.மீ. நீளமும் கொண்டிருக்கும். சிறிய மலர்கள், வெண்மையானவை. பூக்காம்புச் செதில்கள் உதிரும் தன்மையன. ஒவ்வொரு பூவும் 1 செ.மீ. குறுக்களவில் இருக்கும். புல்லிவட்டம் புனல் வடிவமானது. இதில் 4 மடல்கள் காணப்படும். அரிதாக 5 இருக்கும். அல்லி இதழ்கள் நான்கு. சில நேரங்களில் ஐந்து அல்லி இதழ்கள் காணப்படும். இவை வட்டமாகவும் 2.5 மி.மீ. அளவிலும் உள்வளைந்தும் இருக்கும். இவை உறைபோல விழுந்துவிடக்கூடியவை. சில நேரங்களில் தனித்தனியாக விழுகின்றன. மகரந்தத் தாள்கள் எண்ணற்றவை; பிரிந்தவை; பூ மொட்டினுள் உள்வளைந்து இருக்கும். மகரந்தக்கம்பி 2-5 மி.மீ. நீளத்தில் சிவப்பாக இருக்கும்.

சூல்பை இரண்டு அறைகளைக் கொண்டது. சூலகத்தண்டு 5 மி.மீ. நீளத்தில் இலை போன்றிருக்கும். கனி ஒற்றை அறை கொண்ட சதைக்கனி ஆகும். ஒவ்வொரு கனியிலும் பெரும்பாலும் ஒரு விதையே இருக்கும். சில நேரங்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட விதைகள் அடங்கியிருக்கும். காய் பச்சை நிறமாகவும், கனி கருநீலமாகவும், சிவப்பாகவும், உருண்டை, நீள்சதுர வடிவிலும் இருக்கும். விதைகள் இல்லாத மிக இனிப்பான கனியும் உண்டு. விதைகள் உருண்டை யானவை. விதையிலைகள் சதைப்பற்றானவை; தடிப்பானவை. முளைவேர் சிறியது. கனிகள் சமவெளிப்



1. கிளை 2. மலர் 3. சூலகம், 4. சூலகத்தின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் 5. சூலகத்தின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 6. 7. மகரந்தக் கேசரங்கள்

நாவல் *(syzygium jambolanum)*

பகுதிகளில் செப்டம்பர், அக்டோபர் மாதங்களிலும் மலைப் பகுதிகளில் ஜுன், ஜுலை மாதங்களிலும் கிடைக்கின்றன.

பயிரிடும் முறை. தரிசு நிலத்திலும் நாவல் மரத்தை வளர்க்கலாம். நாவல் வறட்சியைத் தாங்கி வளரும் மரம். நன்கு பழுத்த மரங்களிலிருந்து விதைகளைக் கன்றுத் தயாரிப்பிற்காகத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். மழைக்காலங்களில் முழு விதைகளை முளைக்கப் போட்டு நாற்றுகளைத் தயாரிப்பதுண்டு. பழத்திலிருந்து உடனே தனித்தெடுக்கப்பட்ட விதைகள் மிகு முளைப்புத் திறனைக் கொண்டுள்ளன. நெருக்கொட்டு மூலமும் அணுகு ஒட்டுதல் (approach grafting) மூலமும் நாவல் இனப்பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது. ஆழமான வடிகால் வசதியுள்ள களிச்சேற்று வண்டல் நிலம் இதன் சாகுபடிக்கு ஏற்றது. இயற்கையில் பழங்களைத் தின்ற பறவைகளும் பழம் உண்ணும் வௌவால் முதலியவையும் விதைகளைப் பல இடங்களுக்கு எடுத்துச்சென்று பரப்புகின்றன. ஏறக்குறைய ஓராண்டு வயதுடைய நாற்றுகள் நடப்படுகின்றன. நிழலில் கூட நாவல்கன்று நன்கு வளரும். தானாக வளர்ந்திருக்கும் நாவல் கன்றுகளை மழைக்காலங்களில் பிடுங்கி நடலாம். பெரும்பாலும் நாவல் கன்றுகள் ஆகஸ்ட், செப்டம்பர் மாதங்களில் நடப்படுகின்றன. சிலர் பிப்ரவரி, மார்ச் மாதங்களிலும் நடுவதுண்டு. கன்றுகளை நட்ட சில

ஆண்டுகளுக்கு நீர் ஊற்றிக் கால்நடைத் தாக்குதலில் இருந்து காக்க வேண்டும். பொதுவாக மே, ஜூன் மாதங்களில் காய்கள் உருவாகியிருக்கும்போது 4 அல்லது 5 முறை நீர்ப் பாய்ச்ச வேண்டும். கன்றுகளை நட்ட 3 ஆண்டுகளில் 0.79 மீ. உயரமும் 0.43 செ.மீ. விட்டமும் பெற்றிருக்கும். ஒவ்வொரு மரத்திற்கும் 18 கி.கி. தொழு உரத்தைப் பூக்கள் உண்டாவதற்கு முன்பே இடவேண்டும். மரத்தில் பூக்கள் உண்டாகி இருக்கும்போது ஒவ்வொரு மரத்திற்கும் 74 கி.கி. தொழு உரமிட்டு நீர்ப் பாய்ச்சுதல் வேண்டும். நாவலுக்கு மிகுதியாக எரு விட்டால் காய்கள் தாமதமாக உண்டாகின்றன. காய் முதிர்ந்து பழமானதும் மரத்திலிருந்து கைகளால் பறிக்கப்படுகிறது. நாவல் கன்றுகளை நட்ட 8-10 ஆண்டுகளில் மரத்திலிருந்து பழங்களைப் பறிக்கலாம். நெருக்கொட்டு மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யப்பட்ட நாவல் 6 அல்லது 7 ஆண்டில் பழங்களைத் தரத்தொடங்கும். ஏறக்குறைய 60-70 ஆண்டுகளுக்கு நாவல் பயன்தருகிறது. நாவல் மரத்தில் பெரும்பாலும் மார்ச்-மே மாதத்தில் பூக்கள் உண்டாகின்றன. மரங்களில் பூக்கள் தொடர்ந்து 4 வாரங்கள் இருக்கின்றன. பூத்திருக்கும்போதும் பிஞ்சு உண்டாகியிருக்கும்போதும் மழையில்லாமல் உலர்ந்த பருவச் சூழல் இருத்தல் வேண்டும். சில சமயங்களில் இலையுதிர் காலத்திலும் பூக்கள் தோன்றுகின்றன.

பூச்சிகளும் நோய்களும். பூச்சிகளில் டாக்கஸ் டைவெர்சஸ் என்னும் ஈ பழத்தைச் சேதப்படுத்துகிறது. பூச்சி தாக்கப்பட்ட பழங்களைப் புதைத்து ஏனைய பழங்களுக்கு உண்டாகும் சேதத்தைத் தவிர்க்கலாம். கன்றுகளில் காணப்படும் பூச்சியான கிரைசோகிராஸ்பெடா ஒலியேரியா இலைகளைத் துளைத்துச் சேதமுண்டாக்கும்அக்ரோசெர்காப்ஸ் ஃபேயோஸ்போரா, இலைப்பேனாகிய ரிபிஃபோராதிரிப்ஸ் கிரைனுலேட்டஸ் ஆகிய பூச்சிகளை 0.05% மோனோகுரோட்டோஃபாஸ் மருந்தைத் தெளித்துக் கட்டுப்படுத்தலாம். சைலோதிரிப்ஸ் ஃபிளேவிபஸ், சைனோசைலான் அனேல், சை. சிராசம், சைலிபோரஸ் டெஸ்டசென்ஸ், ஏயோலெஸ்தெஸ் ஹோலோசெரிசியா முதலியவை பேரழிவு தரும் பூச்சிகளில் குறிப்பிடத்தக்கவை.

நாவலில் காணப்படும் நோய்களுள் பெரும்பாலானவை பூசண நோய்களாகும். இலைகளில் கரும்படல நோயை மீலியோலா கிளாடோட்ரைகா, கேப்னோடியம் யூஜெனியாரம் முதலியவை உண்டாக்குகின்றன. சில நேரங்களில் இலைகளில் உண்டாகும் புள்ளிக்குப் பெஸ்டலோஷியாப்சிஸ் வெர்சிக்கலர் காரணமாக உள்ளது. வெள்ளையான மென்மையழுகலை டிராமெட்ஸ் பெர்சோனியை என்னும் பூசணம் ஏற்படுத்துகிறது. செஃபலியூராஸ் வைரசென்ஸ் என்னும் பாசி இலைகளின் மேற்பரப்பில் வட்டமான ஆரஞ்சு நிறப்பகுதிகளை உண்டாக்குகிறது. இந்நோய்களுள் எவையும் பேரிழப்பை ஏற்படுத்துவதில்லை.

பயன். கூர்க், நீலகிரி, கொடைக்கானல் ஆகிய மலைப்பகுதிகளில் காப்பிப் பயிருக்கு நிழல் தரும் மரமாக நாவல் மரத்தை வளர்ப்பர். இம்மரத்தை வேளாண் கருவி, கைப்பிடி, பெட்டி, படகு, மரத்தொட்டி செய்யப் பயன்படுத்துவர். கட்டட வேலைகளுக்கும் இது பயன்படும். மரத்தை வெட்டி விறகாக எரிக்கலாம். இதன் இலைகளைப் பசுந்தழை எருவாகப் பயன்படுத்தலாம். இலை மாங்காயின் மணத்தை ஒத்திருக்கும். இலையிலிருந்து நீராவி மூலம் ஆவியாகும் எண்ணெய் வடித்து எடுக்கப்படுகிறது.

நாவல் பட்டையிலிருந்து சாயம், டேனின் முதலியவை தயாரிக்கப்படுகின்றன. கொட்டைகளைக் கால்நடைகளுக்குத் தீவனமாகத் தரலாம். நாவல் காய், பழம், கொட்டை, பட்டை முதலியவை மருந்திற்கு உதவுகின்றன. நாவல் பழம் இனிப்பாகவும் சுவையாகவும் இருக்கும். காய் பச்சையாகவும் கனி கருநீல நிறத்திலும் இருக்கும். கனியிலிருந்து சாராயம் தயாரிக்கலாம். கனிகளை உண்ண மூளை வலிமையடையும். ஈரல் நோய் குணமாகும். சிறுநீர் வெளியேறுவது மிகும். நீர்ச்சுருக்கைக் குணப்படுத்தும். சிறார் கனியை மிகுதியாக உண்டால் சளி, காய்ச்சல், தொண்டைக் கட்டு உண்டாக வாய்ப்புண்டு.

பழுக்காத காய்களை நன்கு உலர்த்திப் பொடி செய்து ஒரு தேக்கரண்டி எடுத்து மோரில் கலந்து அருந்த வயிற்றுப்போக்கு குணமாகும். நாவல் பழத்தை உப்பில் போட்டு உண்பதால் தொண்டைக்கட்டு குறையும். நாவல் பழக்கொட்டையை நன்கு நிழலில் உலர்த்திப் பொடி செய்து சலித்துக்கொண்டு நாள்தோறும் அதனை 2-4 கிராம் வீதம் மூன்று வேளை நீரில் கலந்து அருந்திவர சர்க்கரை நோய் குறையும் என்று கூறுவர். விதையைப் பொடித்து மாம்பருப்புத் தூளுடன் சேர்த்துத் தர, சிறுநீரைப் பெருக்கும். இக்கொட்டையை மிகுந்த அளவில் உண்ண நஞ்சாக அமையும். இது பித்தத்தையும் போக்கும். நாவல் கொழுந்துச்சாறு, மாவிலைச் சாறு ஆகியவற்றைக் கலந்து ஆட்டுப்பாலில் கலக்கித் தரச் சீதக்கழிச்சல் போகும். நாவல் மரத்தின் இலைக்கொழுந்து மாவிலைக் கொழுந்து ஆகியவற்றைச் சம அளவில் எடுத்து மைபோல் அரைத்துத் தயிரிலோ

மோரிலோ கலந்து சாப்பிட வயிற்றுப்போக்கு, குருதிச் சீதபேதி குணமாகும். இதற்கு மாவிதை, நாவல்விதை ஆகியவற்றை உலர்த்திப் பொடித்து சம அளவில் எடுத்து மோரில் கலந்தும் அருந்தலாம். நாவல் கொழுந்தை ஏலத்துடன் சேர்த்து வைத்து ஆட்டுப்பாலில் கலந்து தரச் செரியாக் கழிச்சல் விலகும்.

நாவல் மரப்பட்டை குரல் இனிமையைப் பெருக்கும். இது ஆஸ்துமா, தாகம், களைப்பு, குருதிச் சீதபேதி, பெரும்பாடு, ஈளை, இருமல் ஆகிய நோய்களுக்கும் நல்லது. பல்லீறு நோய்க்கும், நாக்கு, வாய், தொண்டைப் புண்களுக்கும் இதன் சாற்றைப் பயன்படுத்தி வாய்க் கொப்புளிக்கலாம். மரப்பட்டையை இடித்துச் சலித்து எருமைத்தயிரில் சாப்பிட, பெண்களின் குருதிப்போக்கு குணமாகும். குழந்தைகளுக்கு உண்டாகும் கணமாந்தம், வயிற்றுப்போக்கு, குருதிச் சீதபேதி ஆகியவற்றுக்கு நாவல் மரப்பட்டையை வெள்ளாட்டுப் பாலுடன் சேர்த்து நன்கு காய்ச்சி வடிகட்டி வேளைக்குச் சங்களவு என 3 முறை தரலாம். மரப்பட்டைத் தூளைக் குருதி வழிகின்ற புண்ணில் தூவலாம். பட்டைச் சாறு கொண்டு புண்களையும் கழுவலாம். வாதம், கரப்பான், நீரிழிவு, குருதிச் சீதபேதி, வாதக்காய்ச்சல், மேகம், செரியாமை ஆகியவற்றை மரவேர் போக்கும். பட்டையை அரைத்து அடிபட்ட வீக்கம், கட்டி முதலியவற்றின் மீது போட அவை அமுங்கும். நாவல் வேர் ஊறிய நீர் நீரிழிவுக்கு நல்லது. இது உடலுக்குக் குளிர்ச்சியையும் ஆண்மையையும் தரும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நாவாய்ப் பஞ்சாங்கம்

உலகின் பல்வேறு இடங்களில் நாள்தோறும் மாறுபடுகின்ற கடலின் ஓத மட்டங்கள், அலை வேகங்கள், விண்வெளியில் ஆற்றல் மிகுந்த சூரியன், சந்திரன் போன்ற கோள்களின் இருப்பிடங்கள், வீழ்ச்சி நிலைகள் போன்றவற்றைப் பொறுத்தே பெரிதும் மாறுகின்றன. எனவே, கடலாய்வு, மீன்பிடிப்புப் போன்றவற்றை எளிதில், இடரின்றி நிறைவேற்ற ஏற்ற கருவி இன்றியமையாதது. இதைக் கருத்தில் கொண்டு நாவாய்ப் பஞ்சாங்கம் கணிக்கப்பட்டுள்ளது. நாவாய்ப் பயணத்திற்குத் துணைபுரிகின்ற விண்வெளிக் கோள்களான சூரியன், சந்திரன், சுக்கிரன், செவ்வாய், குரு, சனி, நட்சத்திரங்கள் போன்றவையே இப்பஞ்சாங்கத்தில் முதன்மை பெற்றுள்ளன. ஏறத்தாழ நூற்றுக்கு மேலான நட்சத்திரங்கள் விண்வெளியின் இடம்பெற்றிருப்பினும் 57 நட்சத்திரங்கள் மட்டுமே நாவாய்க்குத் துணைபுரிகின்றன.

உள்ளடக்கம். இப்பஞ்சாங்கத்தில் குறிப்பிடத்தக்கவை இதன் வெள்ளை நிற நாள் பக்கங்களாகும். இவற்றின் ஒவ்வோர் இடக் கைப்புறப் பக்கத்திலும், மூன்று நாளுக்கு மேஷ ராசி மற்றும் நாவாய்ப் பயணத்திற்கு உதவுகின்ற சுக்கிரன், செவ்வாய், குரு, சனிக் கோள்கள் கிரீன்விச் சராசரி நேரத்தின் ஒவ்வொரு மணி நேரத்திலும், அவை எவ்வாறான இருப்பிடத்தையும், வீழ்ச்சியையும் கொண்டுள்ளன எனக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் இதே பக்கத்தில் 57 நட்சத்திரங்களின் பெயர்களும் அவற்றின் இருப்பிடங்களும், வீழ்ச்சியும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனால், வலக் கைப்புற வெள்ளை நிற நாள் பக்கங்கள் ஒவ்வொன்றிலும், மூன்று நாள்களுக்கு, ஒவ்வொரு மணி நேரத்திலும் சூரியன், சந்திரன் ஆகிய கோள்களுக்குரிய இருப்பிடங்களும், வீழ்ச்சி நிலைகளும் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன. மேலும் இதே பக்கத்தில் உலகத்தின் பல்வேறு பகுதியின் சூரியன், சந்திரன் ஆகிய கோள்களின் அன்றாட எழுச்சி, வீழ்ச்சி நேரங்களும், சூரிய எழுச்சிக்கு முந்தைய மற்றும் சூரிய வீழ்ச்சிக்குப் பிந்தைய இருட்டு நேரங்களும், சந்திரனின் நிலையும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

நாவாய்ப் பஞ்சாங்க வெளியீடு. அமெரிக்க-ஐக்கிய நாடுகளின் நாவாய் ஆய்வுக் கூடமும் (Naval Observatory of United States), இங்கிலாந்து அரசியின் அறிக்கை வெளியீட்டு அலுவலகமும் (Her Majesty's Stationery Office) ஆண்டுதோறும் 365 நாள்களுக்குரிய இப்பஞ்சாங்கத்தை வெளியிடுகின்றன. கிரின்விச் சராசரி நேரத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு அனைத்துத் தகவல்களும் இதில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளமையால், ஒவ்வொரு கப்பலும் கிரின்விச் சராசரி நேரத்தைத் துல்லியமாகக் காட்டவல்ல கால அளவைக் காட்டியைக் (chronometer) கொண்டுள்ளது. ஒவ்வோர் ஆண்டிற்கும் தனித்தனியாக நாவாய்ப் பஞ்சாங்கம் வெளியிடப்படாமல், வெளியிட்ட ஓராண்டின் பஞ்சாங்கத் தகவல்களை அடுத்து வருகின்ற ஆண்டிற்கான தகவல்களையும், முன்பு கொடுக்கப்பட்டுள்ள குறிப்புகளின் உதவியால் அறிய முடியும் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

- இரா. சந்தானம்

துணைநூல். R.R.Hobbs, *Marine Navigation - celestial and electronic,* Second Edition, Naval Institute Press, Maryland, 1981.

நாவாயியல்

கப்பலை ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோரிடத்திற்குச் செலுத்துதல் நாவாயியல் (navigation) எனப்படும். இதற்காகப் பல முறைகள் நாவாயியலில் கையாளப்பட்டாலும் 1977 ஏப்ரல் 1ஆம் நாள் கொண்டு வரப்பட்ட பன்னாட்டுக் கலங்கரை விளக்க மேலாண்மைக் கட்டமைப்பின் (International Association of Lighthouse Authorities) கீழ்க் கொண்டுவரப்பட்ட நாவாயியலே சிறந்ததாகவும் பெரிதும் கடைப்பிடிக்கப்படும் முறையாகவும் அமைகிறது.

முதன்மை மற்றும் பக்க முறையே (cardinal and lateral system) பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. இம்முறையில் எண் திசைகள், இரவு நேரங்களில் கையாளப்பட வேண்டிய விளக்குகள், அதன் நிறங்கள், பகல் நேரங்களில் கையாளப்பட வேண்டிய பன்னிறக் கூம்பு அல்லது தூண் வடிவ மிதவைகள், அவற்றில் பயன்படுத்த வேண்டிய நிறங்கள் போன்றவற்றைக் கவனிக்க வேண்டும்.

விளக்குகள். கடற்கரைப்பகுதி அல்லது கப்பலிலிருந்து பரிமாறிக் கொள்ளும் சைகை விளக்குகள் கீழ்க்காணுமாறு வகைப்படுத்தப்படும். அவை, தொடர்ந்து நிலையாக எரியும் விளக்கு (fixed light), ஒளி உமிழும் விளக்கு (flash light), [இதில் ஒளி சிந்தும் நேரத்தைவிட இருட்பகுதி நேரம் மிகுந்திருக்கும்.] இடை ஒளி மறைப்பு விளக்கு (Occulting light), [இதில் ஒளி சிந்தும் நேரத்தைவிட இருட்பகுதி நேரம் குறைவாயிருக்கும்] சமஒளி இருள் விளக்கு (isophase light), [இதில் ஒளி சிந்தும் நேரமும், இருட்பகுதி நேரமும் சமமாக இருக்கும்] விட்டு விட்டுத் தொடர்ந்து ஒளி சிந்தும் விளக்கு (alternating light), விரைந்து ஒளி உமிழும் விளக்கு (quick flash), [இதில் நிமிடத்திற்கு 50-60 முறை விளக்கு ஒளி உமிழ்கிறது] மீவிரைவு ஒளி ஒமிழும் விளக்கு (very quick flash), [இதில் நிமிடத்திற்கு 100-120 முறை விளக்கு ஒளி உமிழ்கிறது.] நீள் ஒளி உமிழும் விளக்கு (long flash) [இதில் ஒளி உமிழும் நேரம் நீட்டிக்கப்படுகிறது] என்பனவாகும்.

நீர் ஏற்ற இறக்கங்களும், நீரோட்டைகளும். சூரியன், சந்திரன் இவற்றால் ஏற்படும் புவிஈர்ப்பு விசையைப் பற்றியும், இவ்விசையால் ஏற்படும் கடல் நீர் ஏற்ற இறக்கத்தைப் (tides) பற்றியும் அறிதல் நாவாயியலுக்கு இன்றியமையாதது.

இளவேனிற் பருவ ஏற்ற இறக்கம். முழுமதி நாளிலும் இருள்மதி நாளிலும், சந்திரன், சூரியன், புவி ஆகிய கோள்கள் ஒரே நேர் கோட்டில் இருக்கும்போது ஏற்படும் ஈர்ப்பு விசை காரணமாக உண்டாகும் மிகு கடல் நீர்ப்பெருக்கத்திற்கு இளவேனிற் பருவ ஏற்ற இறக்கம் (spring tide) எனப்பெயர்.

வியன்கால் வேலை ஏற்ற இறக்கம். முழுமதி நாளுக்கும் இருள்மதி நாளுக்கும் இடைப்பட்ட காலத்தில் அதாவது சூரியன், புவி, சந்திரன் ஆகிய கோள்கள் செங்கோண அமைப்பில் இருக்கும்போது ஏற்படும் மிகு கடல்நீர் இறக்கத்திற்கு வியன்கால் வேலை ஏற்ற இறக்கம் (neaptide) எனப் பெயர்.

இவ்விரு வகை ஏற்ற இறக்கங்களுக்கும் இடைப்பட்ட காலம் 7 நாள்களாகும். இவையல்லாமல் அன்றாடக் கடல்மட்டத்தில் ஏற்படும் நீர் ஏற்ற இறக்கங்கள் நீர் ஏற்றம் (high tide) எனவும், நீர் இறக்கம் (low tide) எனவும் குறிக்கப்படும்.

இளவேனிற் பருவ ஏற்ற இறக்கத்தின்போது கடல் நீர் மட்டத்தில் ஏற்படும் ஏற்றம், சாதாரண நாள்களில் ஏற்படுகின்ற நீர் ஏற்றத்தைவிட மிகுந்திருக்கும். இதேபோல் வியன்கால் வேலை ஏற்ற இறக்கத்தின்போது கடல் நீர் மட்டத்தில் ஏற்படும் இறக்கம் சாதாரண நாள்களில் ஏற்படுகின்ற நீர் இறக்கத்தை விட மிகும்.

நாவாயியல் வகைகள். பொதுவாகக் கடற்கரை நாவாயியல் (coastal navigation), வானவியல் நாவாயியல் (astronomical navigation), மின்னணுக் கருவி நாவாயியல் (electronic navigation) என நாவாயியலைப் பகுக்கலாம்.

கடற்கரை நாவாயியல். கடற்கரை நிலப்பகுதியில் உள்ள அடையாளங்களைக் கொண்டு கப்பலை வழி நடத்துவது கடற்கரை நாவாயியலாகும்.

வானவியல் நாவாயியல். விண்ணிலுள்ள நட்சத்திரங்கள், கோள்கள் இவற்றின் நிலையைக் கருத்திற்கொண்டு கப்பலை வழி நடத்துவது வானவியல் நாவாயியலாகும். இந்நாவாயியலில் நட்சத்திரங்கள், கோள்கள், துருவ நட்சத்திரம் போன்றவை அடிப்படையாகும்.

மின்னணுக் கருவி நாவாயியல். இது முதன் முதலில் மீன் பிடித்தலில் பயன்பட்டது. நாளடைவில் கப்பல் வழி நடத்தலிலும் இடம்பெறத் தொடங்கியது. மின்னணுக் கருவிகளைக் கொண்டு கப்பலை வழி நடத்திச் செல்லுதலே இவ்வகையான நாவாயியலின் அடிப்படையாகும்.

நாவாயியல் கருவிகள். நாவாயியலைச் சரிவரக் கையாளக் கீழ்வரும் கருவிகள் இன்றியமையாதவை. அவை: கை எடையும் கம்பியும் (hand lead and line), எடை பொருத்தப்பட்ட கம்பி (log), காந்தத் திசையளவி (magnetic campus), கைரோ திசையளவி (gyro campus), வெற்றிட அழுத்தளவி (aneroid barometer), பாதரச அளவி (mercury barometer), அழுத்த வரைபடக் கருவி (barograph), வெப்ப அளவி (thermometer) என்பன.

- ஸ்ரீராமன்
- அ. சண்முகம்
- த. கண்ணுபாண்டி

நாள்

ஓரிடத்தில் சூரிய ஒளி காணப்படும் காலத்தை நாள் (day) எனப் பொதுவாகக் குறிப்பிடுவர். தொடக்கம் முதல் ஒளியுள்ள பகல் பொழுதை நாள் என்றும், இருள் பொழுதை இரவென்றும் குறிப்பிடுவது மரபு. எனினும், நாள் என்றால் இரவு, பகல் இரண்டையும் இணைத்துக் குறிப்பிடுவதே பொருந்தும். பழங்காலத்துப் பாபிலோனியர், சூரிய உதயத்திலிருந்தும், கிரேக்கர்களும், யூதர்களும் சூரிய மறைவிலிருந்தும், எகிப்தியர்களும், ரோமானியர்களும் நள்ளிரவிலிருந்தும் நாளைக் கணக்கிட்டனர். தற்காலத்தில், பலநாட்டினரும், இராணுவத்தினரும் நள்ளிரவிலிருந்தே நாளைக் கணக்கிடுகின்றனர். வானியல் தொடர்பாக நாளைப் பின்வருமாறு வரையறுக்கலாம்.

மீன்வழிநாள் (sidereal day). புவி மேற்கிலிருந்து கிழக்காகச் சுழல்கிறது. இதன் விளைவாக, சூரியன், சந்திரன், விண்மீன்கள், கோள்கள் ஆகியவை கிழக்கிலிருந்து மேற்கு நோக்கிச் செல்வன போலத் தோற்றமளிக்கின்றன. இதிலிருந்து விண்பொருள்கள் புவியைச் சுற்றிவர எடுத்துக்கொள்ளும் காலம், புவி தன்னைத் தானே சுழல்வதற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் காலமான 23 மணி 56 நிமிடம் 3 நொடிக்குச் சமமாகும். இந்நாள் மீன்வழிநாள் எனக் குறிப்பிடப்படும். மேலும், ஒரு விண்மீன் அடுத்தடுத்து மேலுச்சியையோ, கீழுச்சியையோ கடக்கும் நேரங்களுக்கு இடைப்பட்ட காலம் ஒரு மீன்வழி நாளென்றும், மேடமுதற்புள்ளி, நாளியக்கத்தின் காரணமாக உச்சிவட்டத்தைக் கடப்பதால், அடுத்தடுத்த இரண்டு மேலுச்சி அல்லது கீழுச்சிக் கடத்தல் நேரங்களுக்கு இடைப்பட்ட காலமும் ஒரு மீன்வழி நாளென்றும் வரையறுக்கப்படுகின்றன.

சராசரி சூரியவழிநாள்(mean solar day). தோற்றச்சூரியனின் தோற்றப்பாதையின் (apparent path eclipic) மேல், சூரியனின் சராசரி கோணவேகத்துடன் (சீரான கோண வேகம்) இயங்கும் ஒரு கற்பனைப் புள்ளி சராசரி சூரியன் (mean sun) எனப்படும். இது உச்சி வட்டத்தைக் கடக்கும்போது இரண்டு அடுத்தடுத்த மேலுச்சி, கீழுச்சிக்கடத்தல் நேரங்களுக்கு இடைப்பட்ட காலம் சராசரி சூரிய வழிநாள் எனப்படும். ஓரிடத்திற்குச் சராசரி சூரிய வழிநாள் நடு இரவிலிருந்து தொடங்குகிறது.

தோற்றச் சூரிய வழிநாள் (apparent solar day). ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் சூரியன் உச்சியைக் கடக்கும் காலம் அந்த இடத்திற்குத் தோற்ற நண்பகல் (apparent noon) எனப்படும். அடுத்தடுத்த இரு நண்பகலுக்கு இடைப்பட்ட காலம் தோற்றச் சூரிய வழிநாள் என்பதாகும். இந்நாள் 24 மணிகளாகவும், ஒரு மணி 60 நிமிடங்களாகவும், நிமிடம் 60 நொடிகளாகவும் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. நிர்வாக நாள் (civil day) 24 மணி நேரமாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. பகல் 12மணிக்கு முன்பாக உள்ள நேரத்தைக் குறிக்க லத்தீன் மொழியில் (antemeridiam - A.M.) என்றும், 12 மணிக்குப் பின்னர் உள்ள நேரம் (post meridiam - P.M.) என்றும் குறிக்கப்படுகின்றன. பொதுவாக முற்பகல், பிற்பகல் என்று குறிப்பது தமிழர் மரபு.

- பங்கஜம் கணேசன்

நாளக் கரடுகள்

தோலின் அரும்பு அடுக்குப் பகுதியிலுள்ள நாளங்களின் சீர்கெட்ட விளைவுகளே நாளக் கரடுகள் (angio keratoma) ஆகும். பிறக்கும்போதே இவை இருந்தபோதிலும், முதன் முதலாக இவை தோற்றமளிப்பது குழந்தைப் பருவம் அல்லது வாலிபப் பருவமாக இருக்கலாம்.

பொதுவாக முழங்கால், பாதம் போன்ற இடங்களில் மட்டும் காணப்படும். தொடையிலும், புட்டத்திலும் சாதாரணமாகக் காணமுடியாது. சில சமயங்களில் மேல் கை, உடல், ஆண் குறி போன்ற இடங்களில் இருக்கலாம். பொதுவாக ஆழ்ந்த சிவப்பு அல்லது கருநீலம் போன்ற நிறங்களில் இது இருக்கும்.

சிறு கொப்புளம் என்பதிலிருந்து சில மில்லி மீட்டர் அளவுள்ள பெரிய கரடுமுரடான கரடுகள் வரை எந்த வகையிலும் உண்டாகலாம். இவை கூட்டமாகத்

தோன்றலாம். உடல் வளர்ச்சியுடன் இவையும் சேர்ந்து வளர்ந்தாலும், வாலிபப் பருவத்தில் பெரிதாகலாம். மின் வெப்ப மூட்டல் (diathermy) அல்லது அறுவை சிகிச்சை மூலமாக இதனைக் குணப்படுத்தலாம்.

- சாரதா கதிரேசன்

நாளக் காயம்

தமனியைவிடச் சிரைகள் மெல்லிய சுவர்களால் ஆனவை. இக்காரணத்தாலேயே நாளக்காயங்கள் (venous injuries) எளிதில் ஏற்படுகின்றன. மற்றொரு காரணம் சஃபீனஸ் சிரை (saphenous vein) போன்ற பெரிய சிரைகள் தோலின் அடியிலுள்ளமையால் இப்பகுதியில் ஏற்படும் ஊமைக்காயம் மற்றும் உராய்வுக் காயத்தால் கிழிபடவோ பிளவுறவோ செய்கின்றன. சுருட்டு நாளங்கள் (varicose veins) - அதாவது நீண்டு பருத்துச் சுருண்ட சிரைகள் காயங்களால் பாதிக்கப்படும்.

நாளக்காயங்களின் முக்கிய சிக்கல் கூடுதலான குருதி ஒழுக்கு ஆகும். மேற்பரப்பில் இருக்கும் சிறிய பெரிய சிரைகள் கிழிபடுவதாலேயே இச்சிக்கல் உண்டாகின்றன. நிரந்தரமான சிரை குருதி ஓட்டத் தடை இதனால் ஏற்படுவதில்லை. அதனால் மற்றப் பகுதியும் மிகுதியும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. தொடைப் பகுதியில் காணப்படும் தொடைச்சிரை (femoral vein) கிழிபடுவதால் உண்டாகும் குருதிவாரியை நிறுத்த, கிழிந்த இடத்தில் இறுக்கிக் கட்ட வேண்டும். இதனால் கால்களில் சிரைக்குருதியோட்டம் மிகுதியாகப் பாதிக்கப்படாவிட்டாலும், சஃபீனஸ் சிரை குறங்கு சிரையுடன் இணையும் இடத்திற்கு மேற்புறம் கட்ட நேர்ந்தால் கால்களில் சிரைக்குருதி ஓட்டக் குறைபாடு தோன்றி வீக்கமும் வலியும் உண்டாகும்.

இதனால் சஃபீனோபெமோரல் சந்திப்பிற்கு மேலுள்ள காயங்களைப் பக்கவாட்டில் தைத்து அல்லது வெட்டுப்பட்ட முனையிரண்டையும் தைத்துக் குருதி ஓட்டத்தைத் தடையின்றிக் காக்க வேண்டும். இவ்விரண்டு முனையும் ஒன்றுசேரா வண்ணம் இடைவெளி மிகுதிப்பட்டால் மற்றச் சிரை கொண்டு ஒட்டுறுப்பு அறுவை செய்ய வேண்டும். அறுவைக்குப் பின் மருத்துவமாக ஹிப்பாரின் கொடுக்கச் சிரையினுள் உறைபடிமம் தடை செய்யப்படும். வெட்டுண்ட சிறுசிறு நாளங்களைக் கட்டிவிடச் சிக்கல் ஏற்படுவதில்லை. ஊடுருவிப் பாயும் காயங்களிலும் ஊடுருவாத விபத்து அல்லது இடி காயங்களிலும் மேற்பெரும் சிரையும் கீழ்ப்பெரும் சிரையும் கிழிபடக்கூடும். இவ்வகைக் காயங்களைக் கண்டுபிடித்தவுடன் 6/0 அல்லது 5/0 புன்கலன் கொண்டு தைத்துவிடலாம். பின் மருத்துவமாக உறைதல் ஏற்படாவண்ணம் மருந்தளிக்க வேண்டும்.

ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட தசைச் சிரைகள், முக்கியமாகக் கால்களிலுள்ள உட்சிரைகள் சோலியஸ் தசைமேலுள்ள குறுசஃபீனஸ் சிரை, காலில் திடீரென ஏற்படும் இயக்கம் மற்றும் அதிர்வுகளால் கிழிபடலாம். சிரைகள் கிழிபடுவதுடன் பிளாண்டரிஸ் நாண் அல்லது தசை நார்களும் கிழிபடும். இந்நோயியத்தில் (syndrome) கெண்டைக்கால் தசையில் வலியும் வீக்கமும் உண்டாகும். சிறிது நேரத்தில் புவிஈர்ப்பு ஆற்றலால் கீழிறங்கிய குருதி கணுக்காலைச் சுற்றி நீல நிறத்தில் காணப்படும். இது கால்களில், நிரந்தர சிரைக்குருதி ஓட்டத்தில் மாறுதல் ஏற்படுத்துவதில்லை. எனினும் இதனைத் தீவிர உட்சிரைக் குருதி உறைபடிம நோயிலிருந்து பிரித்தறிதல் வேண்டும். திடீரெனத் தோன்றும் வேதனையுடன் வீக்கம், தசைவலி கணுக்கால் நிறமாற்றம் ஆகியன எளிதில் மற்ற நோயிலிருந்து இதனை வேறுபடுத்திக் காட்டும்.

- மா. ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

நாளக்குருதிப் படிம உறைவு

இதயத்திலிருந்து தமனி மூலம் எடுத்துச்செல்லப்பட்ட குருதி உடலின் பல்வேறு பகுதியிலிருந்து நாளச் சிரைகள் மூலம் இதயத்திற்குக் கொண்டு வரப்படுகிறது.

பொதுவாகவே அழுத்தம் குறைவாகக் காணப்படுவதுடன் சிரைகளின் சுவர்கள் தமனிபோல் வலிமையும், நீளாற்றலும், தசைப்பகுதியையும் பெற்றிருப்பதில்லை. இதனால் சிரையில் உட்சுவரில் ஏற்படும் அழற்சி மற்றும் காயங்கள், வழுவழுப்பான அகத்தோலியத்தில் (endo thelium) சுரசுரப்பை உண்டாக்க, குருதி சிரையினுள் உறையத் தொடங்குகிறது. அறுவையின்போதும், அதற்குப் பின்னும், டைஃபாய்டு போன்ற நலிவுண்டாக்கும் நோய் நிலைகளில் குருதி, சிரைகளில் மெதுவாகச் செல்வதாலும் உறைதல் (venous thrombosis) உண்டாகிறது. குருதியின் உறைநிலை மிகுவதினாலும் சிரையினுள் குருதி உறைகிறது. இந்நிலை, சிரைகள் தொற்றால் பாதிக்கப்படும் போதும், கூடுதலான குருதி ஒழுக்கினாலும் வயிற்றுப்போக்கு வாந்தி முதலியவற்றால் குருதியின் கன அளவு குறையும்போது குருதியின் அடர்த்தி கூடுவதாலும் ஏற்படும். உள்ளுறுப்புகளில் உண்டாகும் புற்றுகளால் சிரைகளில் உண்டாகும் உறைதலை டிராசோ நோய்க்குறி (Trousseau's sign) என்பர்.

பின் விளைவு. நாளங்களில் ஏற்படும் குருதிப்படிம உறைவு மூன்று வகையான விளைவுகளை உண்டாக்குகிறது.

உறைவு உண்டாக்கிய இடத்தில், நார்தல் ஏற்பட்டுச் சிரைகள் அடைப்படலாம். அரிதாகக் கால்சியம் படிந்து, சிரைக்கற்கள் தோன்றும். பெரும்பாலும் இடுப்புக்குக் கீழே காணப்படும் இந்த உறைபடிமத்தில் தொற்று ஏற்பட்டால் சீழ்க்கட்டி உண்டாகிக் குருதி மூலம் பரவி உடல் முழுவதும் பாதிக்கப்படலாம். குருதி உறைவு காரணமாகப் பாதிக்கப்பட்ட பகுதி வீங்கி வலி தோன்றும். இவ்வீர்ப்பு பாதிக்கப்பட்ட சிரையின் அளவைப் பொறுத்துக் கூடியோ, குறைந்தோ காணப்படுவதுடன் மற்றச் சிறுசிரைகள் விரிவடைந்து எண்ணிக்கையில் கூடி, சுருண்டு பருத்து, குருதி ஓட்டத் தடையைச் சீர்செய்வதைக் காணலாம்.

உறை படிமம் உண்டாகிய பகுதிக்கு மேற்புறத்தில் இதயத்தை நோக்கிச் செல்லும் மற்றச் சிரை வழியாக இந்த உறைதல் நீண்டு வளரத் தொடங்கும். சில சமயங்களில் இதிலிருந்து சிறுபகுதிகளில் தக்கையுருவாக எடுத்துச் செல்லப்பட்டு நுரையீரல் தமனியில் அடைப்பையும் நுரையீரலில் நலிவையும் (pulmonary infarction) உண்டாக்கும். போர்ட்டல் சிரை வழியாகச் சென்று தொற்றுள்ள தக்கையுரு ஈரலில் சீழ்க் கட்டிகளை (potal pyaemia) உண்டாக்கும்.

புறச் சிரைகளில் ஏற்படும் குருதி உறை படிமம் (superficial vein thrombosis - thrombophlebitis). கைகால்களில் காணப்படும் சிரைகளில் ஊசி வழியாக மருந்து மற்றும் குளுக்கோஸ் நீர் ஏற்றுவதாலும், கால்களில் நாள விரி நோய்களிலும் (vericose vein) இந்நிலை உண்டாகிறது. திடீரெனக் காரணம் ஏதுமின்றிப் புறச்சிரையில் ஆங்காங்கே வேதனையுடன் உறைதலும் காணப்படுவதோடு நாளுக்கு நாள் இடமும் வேறுபடும் (spontaneous thrombophlebitis migrans). இந்நிலை இளம் பருவத்தில் பெண்களிடம் மிகுந்து காணப்படுவதுடன், பர்ஜர் நோய் (Burgers disease) உள்ளுறுப்புப் புற்று மிகைச் சிவப்பணு நோய் poly-cythemia), பலதமனி அழற்சி (polyarteritis) நோய்களையும் உண்டாக்கலாம்.

மருத்துவம். இவ்வுறைதல் சிரையினுள் ஒட்டிக் கொண்டுள்ளமையால் தக்கையுருவாகப் பிரிந்து மற்றப் பகுதிக்குச் செல்வது அரிது. மாறாக வேகமாக வளர்ந்து மற்றப் பெரிய சிரைக்குள் நீண்டு வளராதிருக்கப் பாதிக்கப்பட்ட சிரையைக் கட்டிவிட வேண்டும். சிறிது காலம் பெனிசிலின் கொடுத்துத் தொற்று ஏற்படா வண்ணம் பாதுகாக்கலாம். பாதிக்கப்பட்ட பகுதிக்கு ஓய்வு கொடுத்து நெகிழ் துணி கொண்டு கட்டி வைக்க, வீக்கம் குறைவதுடன் வலிமாத்திரைகள் வேதனையைக் குறைக்கும்.

உட்சிரைக் குருதி உறைபடிமம் (phlebothrombo-sis). மகப்பேறு, அறுவை, சிரைகளில் ஏற்படும் காயங்கள், நலிவடையச் செய்யும் நோய்கள், அசையாமல் படுக்கையில் இருத்தல் ஆகியவற்றால் இந்நோய் உண்டாகிறது. குருதிப் படிம உறைதல் முதலில் சிரையுடன் இணையுமிடத்தில் அடைப்பிதழ் (valve) உள்ளமையால் ஏற்படும். குருதி ஓட்டச் சுழற்சியால் உண்டாகிப் பாம்புபோல் அடுத்துள்ள பெரிய சிரையினுள் வளர்கிறது. பெரிய சிரையினுள் உள்ள அழுத்தத்துடன் கூடிய குருதி ஓட்டம் பிரிந்து தக்கையுருவாக நுரையீரலுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. இடுப்பு, கெண்டைக் கால்பகுதியில் உள்ள சிரைகளிலேயே மிகுதியும் தோன்றுகிறது. தொடைச் சிரைப் பாதிப்பால் கால்களில் வீக்கம் மற்றும் வேதனையுடன் கூடிய குருதி ஓட்டத்தடை உண்டாகிறது. நிணநீர்த் தடையும் இணைந்து காணப்பட்டால் வீக்கம் கூடுவதோடு வெள்ளைக்கால் (white leg-phlegmasia alba dolens) ஏற்படும். இலியாக் இடுப்புச் சிரைகளில் ஏற்படும் உறைதல் ஊதாக்காலைத் (phlegmasia caeculia dolens) தோற்றுவிப்பதுடன் சிரை அழுகலையும் (venous gangrene) உண்டாக்கும்.

நோயறி ஆய்வுகள். சிரை ஊடுகதிர் வரைபடம் (venography) 125_I பைபிரினோஜன் கொடுத்துக் காலை அலகீடு செய்து பார்த்தல், சிரைகளில் ஏற்படும் அழுத்த மாற்றங்களை அளக்கும் கருவி கொண்டு அளந்து நோக்குதல், டாப்ளர் கண்டுபிடிப்பானைக் கொண்டு தடைப்பட்ட இடத்தைக் கண்டுபிடித்தல் போன்ற பல வழிகளில் இந்நோய்நிலையைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

மருத்துவம். அறுவைக்கு முன் எடை குறைப்பு, உடற் பயிற்சி முதலியவை செய்ய வேண்டும். அறுவையின் போது கால்களில் உள்ள சிரைகள் அழுத்தப்படா வண்ணம் பாதுகாப்பதுடன் அறுவைக்குப் பின் குருதி ஓட்டத்தைச் சீர் செய்யக் கைகால்களை அசைத்துவிடுவதுடன் உடலில் நீரளவு குறையாதவாறு எச்சரிக்கையுடன் இருக்க வேண்டும்.

நோய் பற்றிய பின் உறைவைத் தடுக்கும் மருந்துகளாகிய ஹிப்பாரின், பெனின்டையோன் ஆகியவற்றை 3-6 வாரம் கொடுத்து வரலாம். கால்களுக்கு நெகிழ் (elastic) துணி கொண்டு கட்டி ஓய்வு கொடுக்க வேண்டும்.

அறுவை மருத்துவமாகச் சிரையில் உறைபடிமம் களைதல் (venous thrombectomy) செய்வதால் வேதனையும் மாறும். கட்டி மற்றும் சல்லடைக் கண் அறுவையும் பயனளிக்கும். நுரையீரலுக்கு உறைபடிமம் செல்லாவண்ணம் கீழ்ப் பெருஞ்சிரையை முடிந்து விடுவதாலும் குறுக்கே குருதி மட்டும் செல்லக்கூடிய அளவு இடம் விட்டு இடைத் தையலிடுவதாலும் சல்லடை போன்ற உறைபடிமங்கள் மேற்செல்லா வண்ணம் தடுத்து நிறுத்தப்படும்.

- மா. ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

நாளக் கொழுப்புக் கட்டி

இது கொழுப்புத் திசு உள்ள நாளக் கட்டியாகும். உறையால் சூழப்பட்ட நாளக் கொழுப்புக் கட்டி (angio lipoma) குருதி நாளங்கள் மிகுதியாக இருப்பதால் கொழுப்புக் கட்டியிலிருந்து மாறுபடுகிறது. இது ஏறத்தாழ 15-20 வயதில் தோன்றுகிறது. மிக மென்மையான நீல நிறக் கட்டிகளாக இது காட்சியளிக்கிறது. கை, கால் அல்லது முன் வயிற்றுப் பகுதி ஆகிய இடங்களில் வலி தரும் கட்டி தோன்றுகிறது. வருத்தம் அளிக்கும்போது அறுவை செய்து அகற்றலாம்.

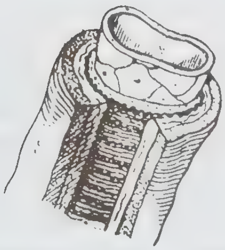
- சாரதா கதிரேசன்

நாளங்கள்

சிரைகள் மாசுக் குருதியை உடலின் பல்வேறு பகுதியிலிருந்து இதயத்தின் வலப்புறத்திற்குக் கொண்டு வருகின்றன. குருதி இங்கிருந்து நுரையீரலுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு அங்குத் தூய்மையாக்கப்பட்டபின் இதயத்தின் இடப்புறத்திற்கு வந்து சேர்கிறது. இதனால் தூய குருதி பாயும் ஒரே சிரை, நுரையீரல் சிரையாகும்.

சிரைகள் எனப்படும் குருதி நாளங்கள் தோலின் அடியிலும் முக்கிய தமனிகளை அடுத்தும் காணப்படும். தமனிகளைப் போலல்லாமல் இதன் சுவர்கள் மெல்லியவாகவும் தசைகள் குறைந்தும் அடைப்பிதழ் களுடனும் (valve) காணப்படும். இதில் காணப்படும் அழுத்தம் மிகவும் குறைவானதாலும் புவிஈர்ப்பு ஆற்றலை

தமனி



சிரை

எதிர்த்துக் குருதி இதில் செல்ல வேண்டி இருப்பதாலும் நாளங்கள் அடுத்துள்ள தசையியக்கத்தைப் பொறுத்தும் அடைப்பிதழ்கள் உதவியாலுமே குருதி ஓட்டம் நாளங்களில் நடைபெறுகிறது. காயங்களினாலும் பிறவிக்குறைபாடாலும் நாளமும் தமனியும் சில சமயங்களில் தொடர்பு கொள்ளும். இதனைத் தமனி நாளப்புரை என்பர்.

வயிற்றுப் பகுதியினுள் உள்ள கீழ், மேல் மற்றும் வாயில் (portal) சிரைகளில் அடைப்பிதழ்கள் காணப்படுவதில்லை. இதனால் நாள உள்ளுறைப்படிமம் தோன்றவும், அவை தக்கையுருவாக எடுத்துச் செல்லவும் முடிகிறது.

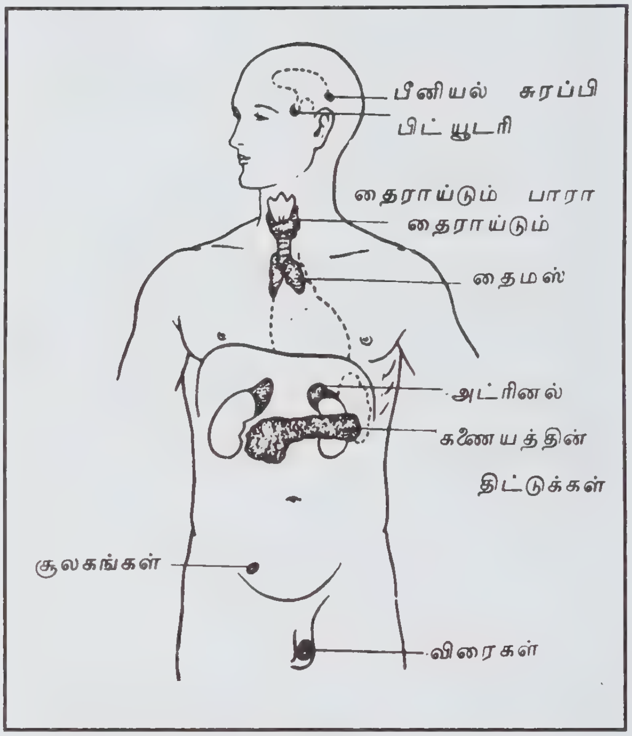
கால்களால், நீண்ட நேரம் நிற்கும் பணியில் உள்ளோரிடம், நாளங்கள் நீண்டு பருத்துச் சுருண்டு காணப்படும். இவை வெரிகோஸ் சிரை அல்லது சுருட்டுச் சிரை எனப்படும். இதனால் குருதி தேங்கும். தசையிடை நீர்ம அழுத்தம் மிகுந்து ஆக்சிஜன் குறைவு ஏற்பட்டு நாளப்புண்கள் (varicose ulcers) கால்களில் உள் மற்றும் வெளி முண்டினை அடுத்துக் காணப்படும்.

- மா. ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

நாளமில்லாச் சுரப்பிகள்

மனித உடலிலுள்ள சுரப்பிகளை நாளமுள்ள சுரப்பிகள் (exocrine glands), நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் (endocrine glands) என இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். நாளமுள்ள சுரப்பிகளுக்குச் சுரப்பு நீரை உடலின் வெளிப்புறத்திற்குக் கொண்டு வரவோ மற்ற உறுப்புகளுக்குள் செலுத்தவோ நாளங்கள் (ducts) இருக்கும். எ-டு: வியர்வைச் சுரப்பிகள். நாளமில்லாச் சுரப்பிகள், ஒருசெல் கூட்டத்திலிருந்து உருவாகிக் குருதி வழியாகப் பல கூட்டச்செல்களுக்குச் சென்று வினைபுரியும் சில வேதிப் பொருள்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. வினையூக்கம் பெறும் உறுப்பை இலக்கு கலங்கள் என்றும் வினையூக்கிச் சுரப்பு நீரை ஊட்டு ஹார்மோன் (trophic hormone) என்றும் குறிப்பிடலாம். அனைத்து ஊட்டு ஹார்மோன்களையும், முன் பிட்யூட்டரி (anterior pituitary) சுரக்கிறது. கீழ்த்தலாமியில் (hypothalamus) நரம்புமண்டலமும், நாளமில்லாச் சுரப்பி மண்டலமும் ஒன்று சேர்ந்து செயல்பட்டு நாளமில்லாச் சுரப்பு நீரை உருவாக்கக் காரணமாகயிருப்பதால் இம்மண்டலத்தை நரம்பு நாளமில்லாச் சுரப்பு மண்டலம் (neuro endocrine system) எனலாம்.

சில சுரப்பிகள் நாளமுள்ள சுரப்பியாகவும், நாளமில்லாச் சுரப்பிகளாகவும் செயல்படும். எ-டு: கணையம். சில சுரப்பிகள் சிறிது காலத்திற்குப் பின் அழிந்துவிடும். எ-டு: தைமஸ். சில சுரப்பிகள் காலத்திற்குக் காலம் தோன்றி மறையும். எ-டு: அண்டம் (placenta). உடலில் ஹார்மோன்களைச் சுரக்கும் சுரப்பிகளின் இருப்பிடங்களைப் படத்தின் மூலம் அறியலாம்.



நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் அமைவிடங்கள்

ஹார்மோன்கள் நொதிகளைப் போலவே வினைபுரியும். ஆனால் அவற்றிலிருந்து பின்வருமாறு வேறுபடும். அனைத்து ஹார்மோன்களும் புரதமாக இரா. பயனடைவதற்கு முன் குருதியில் கலப்பதால் குருதியில் அதன் அளவைக் கொண்டு சுரப்பிகளின் செயல்திறனையும், குறியிலக்கு உறுப்புகளின் திறனையும் அறியலாம். ஹார்மோன்கள் அவற்றால் வினையூக்கப்படும் உறுப்புகளைத் தவிரப் பிற உறுப்பில் தான் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

ஹார்மோன்கள். வைட்டமின்களைப் போலவே மிகக்குறைந்த அளவில் இவை வினைபுரிகின்றன. ஹார்மோன்களின் பணிகள் முடிவடைந்ததும், அழிக்கப்பட்டு உடலிலிருந்து வெளியேற்றப்படுவதால் உடலில் அவை சேர்த்து வைக்கப்படுவதில்லை. சில ஹார்மோன்கள்

மிக விரைவாகச் செயலாற்றி அழிக்கப்படுகின்றன. எ-டு: அட்ரினலீன். சில ஹார்மோன்கள் மெதுவாகப் பணியாற்றி மெதுவாக அழிக்கப்படுகின்றன. எ-டு: தைராக்சின்.

வினைபுரியும் முறை. இலக்கு கலன்களை அடைந்தவுடன் ஹார்மோன்கள் செல் உள் வினைகளை (internal metabolism) மாற்றி அமைக்கின்றன. புரத ஹார்மோன்களின் மூலக்கூறுகள் பெரியவாக உள்ளதால் செல்லுறை மேலிருக்கும் ஏற்பிகளோடு (receptors) சேர்ந்து செல்லினுள் செல்கின்றன. செல்களின் வெளி தடைப்பட்டுவிட்டால் அவை இரண்டு விதங்களில் வினை புரிகின்றன. முதல் வகையில் அயனிகளுக்கும் (ions) கீழ்ப் பொருள்களுக்கும் (substrates) செல்லுறை ஊடுருவு திறனை (permeability) அதிகரிக்கும். எ-டு: டெஸ்ட்டோ ஸ்டீரோன். இரண்டாம் வகையில் வளைய அடினோசின்மோனோ பாஸ்ஃபேட் (cyclic AMP) வழியாகச் செல்லுள் வினைகளைக் கட்டுப்படுத்தும். சில ஹார்மோன்களின் நுண்துகள்கள் சிறியனவாகவும், கொழுப்புப் பொருளில் ஊடுருவுவனவாகவும் உள்ளமையால் செல்லுறையை ஊடுருவிச் சென்று செல் வினைகளை நேரடியாகச் சீர்படுத்துகின்றன. எ-டு: ஈஸ்டரோஜன் செல்லினுள் சென்று ஏற்பிப் புரதத்தோடு செல் நீர்மத்தில் (cytoplasm) சேர்கிறது. பிறகு உட்கருவினுள் சென்று செல்வினைகளை மாற்றிப் புதிதாக நொதிப் பொருள்களை உற்பத்திச் செய்கிறது. இவ்வாறு DNA இலிருந்து தூது RNA உருவாகிறது.

ஹார்மோன்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட ஜீன்கள் (genes) மூலம் ரிபோசோம்களைத் தூண்டி நொதிகளை உற்பத்தி செய்கின்றன. சில ஹார்மோன்கள் நொதிகளைத் திறனடையச் செய்கின்றன. சில ஹார்மோன்கள் செல் ஊடுருவு திறமையை மாற்றுவதால் செல்லினுள் சில பொருள்கள் செல்வது தடைப்படும். எ-டு: இன்சுலின், குளுக்கோஸ் செல்லினுள் செல்வதைத் தடுக்கிறது. தைராக்சின் ஹார்மோன், செல்கள் ஆக்சிஜனைப் பயன்படுத்துவதை அதிகரிக்கும். ஆனால், தைராக்சின் இராவிடினும் செல்கள் ஆக்சிஜனைப் பயன்படுத்தவே செய்கின்றன. இதுபோல் இன்சுலின் இராத போதும் செல்கள் குளுக்கோசைப் பயன்படுத்தவே செய்கின்றன. ஒரே ஹார்மோன், தூண்டுதலாலோ, தடுப்பதாலோ ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பணிகளைச் சீரமைக்கிறது. ஒரு சுரப்பி ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வெவ்வேறு பணியுடைய ஹார்மோன்களைச் சுரக்கிறது. ஹார்மோன்கள், முக்கியமாகப் பெப்டைடுகள் (peptides), புரோட்டீன்கள், கிளைக்கோ புரதம், அமினோ அமிலங்கள், ஸ்டீராய்டுகள், பிளாஸ்மா புரதங்களின் ஒரு பகுதியோடு சேர்ந்து கடத்தப்படுகின்றன. இவை ஹார்மோன்களின் கரைதிறனை அதிகரிக்கின்றன. இவை எப்போதும் கிடைக்குமாறு ஹார்மோன்களை ஆயத்த நிலையில் வைத்திருக்கும். ஹார்மோன்கள் மெதுவாக அழியுமாறு செய்கின்றன. செயல்திறன் நேரத்தை அதிகரிக்கின்றன. ஒவ்வொரு சுரப்பியும், மற்றச் சுரப்பிகளோடு இணைந்து, ஒன்றுக்கொன்று வழிகாட்டி, கட்டுப்படுத்தி, சில சுரப்பிகளின் குறைகளை நிரப்பி, சில சுரப்பிகளுக்கு எதிர்ப்பாகவும் செயல்படுகின்றன. ஒரு சுரப்பி நீர் குறைந்தாலோ, அதிகரித்தாலோ மற்றச் சுரப்பிகளிலும் மாற்றமிருக்கும். எ-டு: பிட்யூட்டரி சுரப்பு அதிகரித்தால் தைராய்டு சுரப்பு அதிகரிக்கும். சில சமயம் ஒரு சுரப்பியின் நீர் மற்றொரு சுரப்பியைத் தூண்டினால், இரண்டாம் சுரப்பி முதல் சுரப்பியை நேரடியாகவே தடுக்கும். ஒரு சுரப்பி நேரடியாகவோ மற்றச் சுரப்பிகளின் மூலமோ தன்னுடைய சுரப்பளவைக் கட்டுப்படுத்தினால் அதற்குத் திருப்பியூட்டு பொறிமுறை (feed back mechanism)என்று பெயர். அகச்சூழலைச் சரி செய்வதே ஹார்மோன்களின் குறிக்கோளாகும். இதில் நேர் திருப்பியூட்டு (positive feedback), எதிர்த்திருப்பியூட்டு (negative feedback) ஆகியவை அடங்கும்.

A-----> B ----->/<----- C	A -----> B ------>/<------ C
எதிர்த்திருப்பியூட்டு இதில் 'A' கூடினால் 'B'யும் அதிகரிக்கும் 'C'யும் அதிகரிக்கும். 'C'மிகுந்தால் 'B'யைக் குறைக்கிறது.	நேர்திருப்பியூட்டு இதில் 'A' அதிகரித்தால் 'B'யும், 'C'யும் மிகும். 'C'அதிகரித்தால் 'B'யையும் அதிகரிக்க வைக்கும்.

ஹார்மோன்கள் குறியிலக்கச் செல்களைத் தூண்டும்போது ஒருவிதப் பொருள்கள் வெளியேறி எதிர்த் திருப்பியூட்டு முறையில் ஹார்மோன் உற்பத்தியைக் குறைக்கின்றன. இதில் நரம்புமண்டலம், பிட்யூட்டரி கட்டுப்பாடுகள் இரா.

ஆல்டோஸ்டீரான் சுரத்தலில் ரெனின் இன்றியமையாமை பெறுகிறது. ஜக்ஸ்ட்டாகுளோமுருலர் செல்கள் ரெனின் என்னும் புரதம் பிரிக்கும் நொதிப்பொருளைச் சுரக்கின்றன. இது குருதியிலுள்ள ரெனின் என்னும் கீழ்ப்பொருளை அன்ஜியோ டென்சின் -I ஆக மாற்றுகிறது. இது நுரையீரலிலும், குருதியிலும் உற்பத்தியாகும் மற்றொரு நொதிப்பொருளால் அன்ஜியோ டென்சின் II ஆக மாறிப் புற எல்லைக் குருதித் தமனிக் குழாய்களைச் சுருக்கிக் (peripheral anterior constriction) குருதி அழுத்தத்தைக் கூட்டுகிறது.

சில சுரப்பிகள் கீழ்த்தலாமியின் மேற்பார்வையின் கீழ் செயலாற்றுகின்றன. அட்ரீனலின், வளர்ச்சி ஹார்மோன், லாசோபிரஸ் போன்றவை இதிலடங்கும். கீழ்த்தலாமி நரம்பு மூலமோ குருதியிலுள்ள ஹார்மோன்கள் மூலமோ செயல்படலாம்.

நடு நரம்பு மண்டலம்

↓

கீழ்த்தலமி

↓

முன்பிட்யூட்டரி

↓

நாளமில்லாச் சுரப்பிகள்

↓

குறியிலக்கச் செல்கள்

சில வைட்டமின்கள் சுரப்பிகளோடு நேரடியாகவோ, மறைமுகமாகவோ தொடர்புடையவை. எ-டு: வைட்டமின் 'D'யும் பாரா தைராய்டு ஹார்மோனும் சுரப்பிகள் முறையாகச் செயல்படாவிடில், மிகக் குறைவாகவோ, அதிகமாகவோ ஹார்மோனைச் சுரக்கலாம். ஆனால், அரிய சேர்மங்களை உற்பத்தி செய்வதில்லை. சுரப்பி நோய்ப்பட்டிருந்தாலும், ஹார்மோன் உற்பத்திப் பொருள்கள் குறைவாக இருந்தாலும், சுரப்பி மிகுதியாக வேலை செய்வதாலும், நரம்பு மண்டலக் குறைகளிலிருந்தாலும், பரம்பரையாகச் சுரப்பிகளில் குறைபாடிருந்தாலும் சுரப்பிகள் நன்கு இயங்குவதில்லை. எ-டு: தைராய்டு குறைவு, நீரிழிவு நோய்.

ஆய்வு முறைகள்

திசுவியல் முறைகள் (histological tests). சுரப்பிச் செல்களின் அளவு, தன்மை, குறைந்த, அதிக அளவு சுரப்பின்போதுள்ள மாற்றங்களை வைத்துச் சுரப்பிகளின் பணிகளைக் கணக்கிடலாம்.

புலன் மருத்துவம் (clinical tests). பிறவியிலேயோ, நோயினாலோ குறைந்தளவு அதிகளவு சுரத்தலின் விளைவுகளைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

சிறப்பு ஆய்வு. சுரப்பிகளை அறுவை மூலம் நீக்கியோ, வினையூக்கிகளைக் கொடுத்து அவற்றை அழிப்பதன் மூலமோ சுரப்பு நீர்களின் பணிகளை வரையறுக்கலாம். சுரப்பிகளை உள்ளிருத்துவது (implantation) மூலமும், அவற்றிலிருந்து பிரித்தெடுக்கும் நீர்களை (extract) வாய் வழியாகவோ, ஊசி மூலமோ செலுத்துவதன் மூலமும் சுரப்பிகள் கூடுதலாகவோ, குறைவாகவோ சுரப்பதால் விளையும் வினைகளை ஆராயலாம்.

வேதி வினை ஆய்வுகள். சுரப்பிகளிலிருந்தும், குருதியிலிருந்தும், சிறுநீரிலிருந்தும் வினைபுரியும் சுரப்பி நீர்களைப் பிரித்தெடுத்து அவற்றின் அளவு, தன்மைகளிலிருந்து (quality) சுரப்பிகளின் செயல் திறமையை அறியலாம். கதிரியக்க ஐசோடோப்புக்கள் மூலம் ஹார்மோன்கள் உற்பத்தி, செல்லினுள் செயல்படும் முறை, அழிக்கப்படும் முறைகளை அறியலாம்.

கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் மூலம் ஹார்மோன்கள் உற்பத்தி, செல்லினுள் செயல்படும் முறை, அழிக்கப்படும் முறைகளை அறியலாம்.

உடலிலிருக்கும் முக்கிய நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் அவற்றிலிருந்து வரும் ஹார்மோன்கள், அவற்றின் பணிகள், அவற்றின் அளவு கூடினாலோ, குறைந்தாலோ வரும் விளைவுகள் ஆகியன அட்டவணையில் பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன.

நாளமில்லாச் சுரப்பி மண்டலம்

நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் பிற சுரப்பிகளிலிருந்து மாறுபடுகின்றன. இவை ஹார்மோன்களைச் சுரக்கின்றன. இந்தச் சுரப்பிகளுக்கு நாளம் இல்லை. பொதுவாகச் சுரப்பிகளில் சுரக்கும் பொருள் நாளங்களின் வழியாகக் குருதியில் செலுத்தப்படும். ஆனால் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளில் சுரக்கும் ஹார்மோன்கள் நேரிடையாகக் குருதியில் கலக்கும். எனவே, இவை நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் எனப்படுகின்றன. குருதியில் கலந்த ஹார்மோன்கள் பிளாஸ்மா புரதத்துடன் இணைந்துவிடும். பின்னர் இவை பல உறுப்புகளுக்குக் குருதி மூலம் எடுத்துச் செல்லப்படும்.

ஹார்மோன்கள். இவை ஸ்டீராய்டு ஹார்மோன், புரத ஹார்மோன் என இரு வகைப்படும். பாலுறுப்புகள் (gonads) , சிறுநீரகப் புறணியில் (adrenal cortex) ஸ்டீராய்டு ஹார்மோன் சுரக்கிறது. பிட்யூட்டரி, தைராய்டு சுரப்பி, பாரா தைராய்டு சுரப்பி, கணையம், சிறுநீரக அகணி (adrenal medulla) முதலியவற்றில் புரத ஹார்மோன் சுரக்கிறது.

ஹார்மோன்கள் வினையூக்கிகளாகச் செயல்படுவதில்லை. இவை உடலுக்கு மிகவும் சிறிய அளவில் தேவைப்படுகின்றன. மேலும் இவை உடலின் தேவைக்கேற்பவே சுரக்கும். அதனால் இதன் அளவு ஒரே சீராக இராது. ஹார்மோன்கள் உடல் வளர்ச்சி,

அட்டவணை 1
பிட்யூட்டரி சுரப்பி சுரக்கும் ஹார்மோன்

ஹார்மோன்கள்	உற்பத்தியாகும் இடம்	குறியிலக்கு செல்கள்	அடிப்படைப் பணிகள்
வளர்ச்சி ஹார்மோன்	முன் பிட்யூட்டரி அசிடோஃபில் செல்கள்	சோமாட்டிக் செல்கள்	எலும்பு, தசைத் திசுக்களின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துகிறது; கார்போஹைட்ரேட், கொழுப்பு, நைட்ரஜன் வினைகளை ஊக்குவிக்கிறது. தசைத் திசுக்களிலும், இதயத் தசைகளிலும் கிளைக்கோஜனைச் சேர்த்து வைக்கிறது.
தைராய்டு ஊக்குவிக்கும் ஹார்மோன் (TSH)	முன்பிட்யூட்டரி போசோஃபில் செல்கள்	தைராய்டு சுரப்பி	தைராய்டு ஹார்மோன் உற்பத்தியை ஊக்குவிக்கிறது.
அட்ரினோகார்ட்டிக்கேடிராபின் (ACTH)	முன்பிட்யூட்டரி போசோஃபில் செல்கள்	அட்ரினல் கார்ட்டெக்ஸ்	அட்ரினோகார்ட்டிகல் ஸ்டீராய்டு உற்பத்தியை ஊக்குவிக்கிறது.
லூட்டினைசிங் ஹார்மோன் இன்டர்ஸ்டிசியல் செல்கள் ஊக்குவிக்கும் ஹார்மோன்	முன்பிட்யூட்டரி போசோஃபில் செல்கள்	கார்ப்பஸ் லூட்டியம் அல்லது டெஸ்டிஸ் இன்டர்ஸ்டிசியல் செல்கள்	கார்ப்பஸ்லூட்டியா உருவாவதைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. புரோஜஸ்டிரான் உற்பத்தியைக் கூட்டுகிறது. இன்டர்ஸ்டிசியல் செல்களைத் தூண்டி ஆன்ட்ரோஜன் உற்பத்தியை அதிகரிக்கிறது.
பாலிக்குலர் ஊக்குவிக்கும் ஹார்மோன் (FSH)	முன்பிட்யூட்டரி அசிடோஃபிலிக் செல்கள்	கிராபியன் பாலிக்கில்ஸ்	விந்து (sperm) உற்பத்தியை அதிகரிக்கிறது. ஓவரியன் பாலிக்கில்கள் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தி, ஈஸ்டிரோஜனை உற்பத்தி செய்கிறது.
புரோலாக்டின்	முன்பிட்யூட்டரி அசிடோபிலிக் செல்கள்	மார்பகச் சுரப்பி	மார்பகச் சுரப்பிகள் விரிவடைந்து, பெருகி, பால் சுரக்கச் செய்கிறது.
குமலனோசைட் ஊக்குவிக்கும் ஹார்மோன் (MSH)	நடுபிட்யூட்டரி	மெலனோ பிளாஸ்ட் செல்கள்	தோல் கருமையடையக் காரணமாகிறது.
வாசோபிரசின்	பின்பிட்யூட்டரி	சிறுநீரகம், குருதி, குருதிக் குழாய்கள்.	குருதி அழுத்தத்தைக் கூட்டுகிறது. சிறுநீரகத்தில் நீரை மீண்டும் உறிஞ்சும் தன்மையை அதிகரிக்கிறது.
ஆக்சிடோசின்	பின்பிட்யூட்டரி	கருப்பைகள், மார்பகச் சுரப்பிகள்	பால் வெளியேற்ற உதவுகிறது. கருப்பை சுருங்கக் காரணமாகிறது.

அட்டவணை 2

பிட்யூட்டரி சுரப்பி சுரக்கும் ஹார்மோன்

வ.எண்	சுரப்பிகள்	ஹார்மோன்கள்	ஹார்மோன் வேலைகள்	ஹார்மோன் குறைவால் வரும் விளைவுகள்	ஹார்மோன் மிகையால் வரும் விளைவுகள்
1	தைராய்டு	தைராக்சின் டிரைஅயோடே தைரோனின் தைரோகால்சிட்டோனின்	ஆற்றல் உற்பத்தியை அதிகரிக்கிறது. புரதம், கார்போஹைட்ரேட், கொழுப்பு வினைகளை ஊக்குவிக்கிறது. வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு இன்றியமையாததாகிறது. இதயத்துடிப்பை அதிகரிக்கிறது. நரம்பு, தசைகளின் செயல் திறனை அதிகரிக்கிறது. குருதியில் கால்சியம் அளவைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.	கிரிட்டினிசம் மிக்சோடிமா	தைரோடாக்சிகோசிஸ் கிரேவ் நோய்
2	பாராதைராய்டு	பாரா ஹார்மோன்	குருதியில் கால்சியம் அளவைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. மேலும், பாஸ்ஃபேட் அளவுகளைச் சீர்படுத்துகிறது.	இசிவு	ஆஸ்டைடிஸ் பைபிரோசிஸ் சிஸ்டிகா
3	பாங்கிரியாஸ்	இன்சுலின், குளுக்ககான்	குருதியில் குளுகோஸ் அளவைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.	நீரிழிவு	ஹைபோகிளைசீமிக் கோமா
4	அட்ரீனல்	ஆல்டோஸ்டீரான் குளுக்கோகார்ட்டிகாய்டு பாலியல் ஹார்மோன் அட்ரீனலின், நார் அட்ரீனலின்	தாது வினைக்கும், கார்போஹைட்ரேட் புரதம், கொழுப்பு வினைக்கும் உதவுகிறது. பாலியல் உறுப்புகளில் வினை புரிந்து பருவமடைய உதவுகிறது. குருதி அழுத்தத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.	அடிசன் நோய் குறைந்த குருதி அழுத்தம்	குஷிங் நோயியம்
5	டெஸ்ட்டிஸ்	டெஸ்டோஸ்டிரான்	ஆண்களில் பால் இன உறுப்புகளின் வளர்ச்சிக்கும் விந்து உற்பத்திக்கும் உதவுகிறது.	மலட்டுத் தன்மை	கான் நோய் அட்ரீனோ ஜெனிட்டல் நோயியம்
6	கருவகம்	ஈஸ்டிரோஜன்	பெண்களில் பால் இன உறுப்புகளின் வளர்ச்சிக்கும் கருமுட்டை உற்பத்திக்கும் உதவுகிறது.	மலட்டுத் தன்மை	குருதி அழுத்த உயர்வு
7	கார்ப்பஸ் லூட்டியம்	புராஜஸ்ட்ரான் ஆன்ட்ரோஜன்	மாதவிடாய் வருவதற்குக் காரணமாகிறது.	------	------
8	அண்டம்	பிளாசன்டல் கொனோடோடிராப்பின்	ஈஸ்ட்ரோஜன், புரஜஸ்ட்ரோன் உற்பத்தியைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.	------	------

இனப்பெருக்கம், அமில-காரச் சமநிலை, சர்க்கரை அளவு கட்டுப்பாடு போன்றவற்றிற்குத் தேவைப்படுகின்றன.

பிட்யூட்டரி சுரப்பி. இது பெருமூளையின் அடிப்பகுதியிலுள்ளது. இச்சுரப்பி மூன்று பகுதியாகச் செயல்படுகிறது. ஒவ்வொரு பகுதியிலும் பல வகையான ஹார்மோன்கள் சுரக்கின்றன.

முன்மடல். இங்கு இருவகையான ஹார்மோன்கள் சுரக்கின்றன. அவை உட்சுரப்பு (tropic hormone), உடல் வளர்ச்சி ஹார்மோன் உட்சுரப்பு (growth hormone) ஆகும். ஹார்மோன் மற்ற நாளமில்லாச் சுரப்பிகளைக் (கேடயச் சுரப்பி, சிறுநீரகப் புறணி, பாலுறுப்புச் சுரப்பி) கட்டுப்படுத்துகிறது

தைராய்டு சுரப்பி தூண்டும் ஹார்மோன். இச்சுரப்பு, தைராய்டு சுரப்பியில் சுரக்கும் தைராக்சின் அளவைக் கட்டுப்படுத்தவல்லது. உடலின் தைராக்சின் அளவிற்குத் தகுந்தாற்போல் இச்சுரப்பு சுரக்கும். உடலில் தைராக்சின் அளவு குறைந்தால் இச்சுரப்பு மிகையாகச் சுரந்து தைராய்டு சுரப்பியைத் தூண்டித் தைராக்சினை. மிகுதியாகச் சுரக்கச் செய்யும். அதே சமயம் உடலில் தைராக்சின் அளவு மிகுந்திருந்தால் இச்சுரப்பு சுரப்பது குறையும்.

சிறுநீரகப் புறணிச் சுரப்பியைத் தூண்டும் ஹார்மோன் (adrenocorticotropic hormone).

இச்சுரப்பு சிறுநீரகப் புறணியில் சுரக்கும் கார்டிகாய்டு ஹார்மோன் சுரப்பைத் தூண்டும். உடலின் கார்டிகாய்டு அளவிற்குத் தகுந்தாற்போல் இச்சுரப்பு சுரக்கும்.

பாலுறுப்புச் சுரப்பியைத் தூண்டும் ஹார்மோன் (gonadotropic hormone). இதில் மூவகையான உட்சுரப்புகள் அடங்கும்.

சிறிய பை தூண்டும் ஹார்மோன் (follicle stimulating hormone).

இச்சுரப்பு பெண்ணினத்தில் கருமுட்டை வளர்ச்சிக்கும், வெளியேற்றத்திற்கும் (ovulation) தூண்டுதலாக உள்ளது. ஆணினத்தில் விந்து உற்பத்திக்குத் தூண்டுதலாக உள்ளது.

லியூட்டினைசிங் ஹார்மோன். இது கருமுட்டை வெளியேறிய பிறகு கார்ப்பஸ் லியூட்டம் உண்டாவதற்குத் தூண்டுதலாக உள்ளது. ஆணினத்தில் இது விதையைத் தூண்டும்.

புரோலாக்டின். இது பெண்ணினத்தில் பால் சுரப்பைத் தூண்டும். இது விலங்குகள் குட்டி ஈன்றபின் சுரக்கும் ஹார்மோன் ஆகும்.

உடல் வளர்ச்சி ஹார்மோன். இது உடல் வளர்ச்சியைத் தூண்டும் ஹார்மோனாகும். இது உடலில் புரத உற்பத்தியை மிகுதியாக்கும். மேலும், இது உண்ணும் உணவிலிருக்கும் அனைத்துத் தாது உப்புகளையும் குடலின் வழியாக உறிஞ்சுவதற்கு வழி வகுக்கும். இந்தத் தாது உப்புகள் எலும்பு வளர்ச்சிக்குப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

மைய பிட்யூட்டரி மடல் (Middle pituitary). இங்கு இன்டர்மிடின் எனும் ஹார்மோன் சுரக்கிறது. இது, தோலிலுள்ள மெலோனினைத் தூண்டும். இதைப் பொறுத்துத் தோலின் நிறம் அமையும்.

பின் பிட்யூட்டரி மடல் (posterior pituitary). இங்கு இருவகையான ஹார்மோன்கள் சுரக்கின்றன. அவை: வாசோபிரசின், ஆக்சிடோசின்.

வாசோபிரசின். இந்த ஹார்மோன் குருதிக் குழாய்களைத் தூண்டும். அதனால் குருதி அழுத்தம் அதிகரிக்கும். உடலில் குருதி அழுத்தம் குறையும்போது இது மிகுதியாகச் சுரக்கும். மேலும் இது உடலில் நீரின் அளவைக் கட்டுப்படுத்தும். உடலில் நீர் மிகுதியாக இருந்தால் இது குறைவாகச் சுரக்கும். அதனால் மிகையான நீர் வெளியேறும். உடலில் நீர் குறைவாக இருந்தால் இந்த ஹார்மோன் கூடுதலாகச் சுரந்து நீர் வெளியேறுவதைக் கட்டுப்படுத்தும்.

ஆக்சிடோசின். இந்த ஹார்மோன் இனப்பெருக்கத்திற்கு மறைமுகமாகப் பயன்படுகிறது. இது பால்சுரப்பியிலுள்ள பாலை வெளிக்கொணரத் தூண்டுதலாக உள்ளது. குட்டிகள் பால் சுரப்பியில் வாயை வைத்து உறிஞ்சும் தருணத்தில் இந்த ஹார்மோன் சுரக்கும். மேலும், இது கருப்பையைச் சுருங்க வைக்கும் திறன் கொண்டது. அதனால் இது விலங்குகள் குட்டி ஈனும்போது மிகையாகச் சுரக்கும். அதன் மூலம் கருப்பை சுருங்கிக் குட்டிகளை வெளிக் கொணரும்.

தைராய்டு சுரப்பி. இது குரல்வளைக்குக் கீழ் அதன் இருபக்கங்களிலும் அமைந்துள்ளது. இங்குத் தைராக்சின் எனும் ஹார்மோன் சுரக்கிறது. நாளமில்லாச் சுரப்பிகளில் முதன் முதலில் கருப்பையில் வளரும் குட்டியில் தோன்றும் சுரப்பி இதுவேயாகும். இந்தச் சுரப்பி சின்னஞ்சிறு பைகளால் ஆனது. ஒவ்வொரு

பையிலும் தெளிவான அடர்த்தியான நீர்மம் காணப்படும். இது விலங்குகள் சுறுசுறுப்பாக இருக்கவும், உடல் வளர்ச்சிக்குக் குடலில் மாவுப் பொருள்களை உறிஞ்சவும், குருதியில் கொழுப்புச் சத்தைக் கட்டுப்படுத்தவும் உதவுகிறது.

இந்த ஹார்மோன் கூடுதலாகச் சுரந்தால், கண் விழிகள் வெளியே பிதுங்கிக் காணப்படும். இதயத் துடிப்பு மிகுந்திருக்கும். உடல் எடை குறையும். மேலும் விலங்குகள் அஞ்சிய நிலையில் காணப்படும். இந்த ஹார்மோன் குறைவாகச் சுரந்தால் உடல் வளர்ச்சி முறையாக இராது. கால்நடைகளில் முடி உதிர்ந்துவிடும். நாய்களுக்குத் திட்டுத் திட்டாக முடி உதிர்ந்துவிடும். உடல் முழுவதும் வீக்கம் காணப்படும். மாடுகள் பருவம் அடைவது பாதிக்கப்படும். பருவம் அடைந்த மாடுகள் சினையாகாது. கிடாக்களில் விந்து உற்பத்தி குறைவாக இருக்கும்.

பாரா தைராய்டு சுரப்பி. இது அவரை விதை உருவத்தில் காணப்படும் சுரப்பி. இது தைராய்டு சுரப்பியின் கீழ்ப்பகுதியில் இணைந்து காணப்படும். இங்குப் பாராதார்மோன் எனும் ஹார்மோன் சுரக்கிறது. இந்த ஹார்மோன் குருதியில் கால்சியத்தின் அளவைப் பராமரிக்கும். மேலும் இது குடலிலிருந்து காலிசியத்தை உறிஞ்சுவதற்குத் தேவைப்படுகிறது.

இந்த ஹார்மோன் பற்றாக்குறையால் குருதிக் கால்சிய அளவு குறைந்துவிடும். அதனால் கால்கள் விறைப்பாகிவிடும். கழுத்து ஒரு பக்கமாகத் திரும்பிவிடும்

கணையம். இதில் நாளமில்லாச் சுரப்பியும், நாளமுள்ள சுரப்பியும் இணைந்து காணப்படுகின்றன. இது குடல்வாய் அருகில் அமைந்துள்ளது. இதன் வடிவம் ஆங்கில எழுத்து Vஐப் போன்று இருக்கும். இந்த நாளமில்லாச் சுரப்பியில் இன்சுலின், குளுக்ககான் எனும் இரண்டு ஹார்மோன்கள் சுரக்கின்றன.

இன்சுலின் குருதிச் சர்க்கரை அளவைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இன்சுலின் பற்றாக்குறை ஏற்பட்டால் குருதிச் சர்க்கரை அளவு அதிகரிக்கும். சிறுநீருடன் சர்க்கரை மிகையாக வெளியேறும். பசியும், தாகமும் மிகுந்து காணப்படும். சிறுநீர் இயல்புக்கு மேல் வெளியேறும்.

குளுக்ககான் குருதிச் சர்க்கரை அளவைப் பராமரிக்கிறது. குருதியில் சர்க்கரை அளவு குறையும்போது இந்த ஹார்மோன் மிகையாகச் சுரக்கும். இதன் மூலம் ஈரலில் சேமிக்கப்பட்ட சர்க்கரை குருதியை வந்தடையும்.

சிறுநீரகச் சுரப்பி. இந்தச் சுரப்பி இரண்டு சிறுநீரகத்தின் முன்பகுதியிலும் அமைந்துள்ளது. இங்கு இருவகையான சுரப்பிகள் உள்ளன. அவை சிறுநீரக அகச் சுரப்பி, சிறுநீரகப் புறச் சுரப்பி என்பன.

சிறுநீரக அகச் சுரப்பி (adrenal medulla). இங்கு அட்ரினலின், நார்அட்ரினலின் என இரு வகையான ஹார்மோன்கள் சுரக்கின்றன. அட்ரினலின், பேரிடர் வரும்போது மிகையாகச் சுரக்கும். இதற்கேற்றாற்போல் இச்சுரப்பு தோலுக்கும் சிறுநீரகத்திற்கும் செல்லும் குருதி அளவைக் குறைத்து இதயக் குருதி குழாய்க்கும், தசை மண்டலத்திற்கும் மிகுதியான குருதியைச் செலுத்தும். மேலும், இது மூச்சுக் குழாய்களை நன்கு விரிவடையச் செய்து, மூச்சை நன்றாக உள்ளே இழுக்கச் செய்யும். இதன் மூலம் குருதி விரைவாகத் தூய்மையடையும். மேலும் இச்சுரப்பு குருதி அழுத்தத்தை அதிகரித்துக் குருதிச் சர்க்கரை அளவையும் மிகுதிப்படுத்தும்.

சிறுநீரகப் புறச் சுரப்பி (adrenal cortex). இங்கு இரு வகையான ஹார்மோன்கள் சுரக்கின்றன. அவை குளுக்கோகார்டிகாய்டு, மினரலோகார்டிகாய்டு என்பன.

குளுக்கோகார்டிகாய்டு. இது குருதியின் சர்க்கரை அளவைப் பராமரிக்கிறது. குடலில் சர்க்கரை உறிஞ்சுவதற்கும், உடலில் புரதம் தயாரிப்பதற்கும் பயன்படுகிறது. மேலும் உடலில் ஏற்படும் காயம் அல்லது வீக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் திறன் இதற்குண்டு. இந்த ஹார்மோன் பற்றாக்குறையால் வரும் அடிசன் நோயினால் விலங்குகள் பாதிக்கப்படுகின்றன.

மினரலோகார்டிகாய்டு. இது உடலில் சோடியத்தைத் தங்க வைத்துப் பொட்டாசியத்தை வெளியேற்றும் திறன் கொண்டது. இதன் மூலம் உடல்நீர் அளவு கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இந்த ஹார்மோன் பற்றாக்குறையில் சோடியம் சிறுநீரில் மிகுதியும் வெளியேறும். சோடியம் குளோரைடு, பைகார்பனேட் முதலியவற்றின் அளவு குருதியில் குறையும். குருதியில் பொட்டாசியத்தின் அளவு அதிகரிக்கும். அதனால் உடலில் நீர் வற்றிவிடும். மேலும், குருதி அழுத்தம் குறைந்துவிடும்.

பாலினஹார்மோன்கள். ஆணின் விதையில் ஆண்ட்ரோஜன் எனும் ஹார்மோனும், பெண்ணின் சூல்பையில் ஈஸ்ட்ரோஜன் எனும் ஹார்மோனும் சுரக்கின்றன.

ஆண்ட்ரோஜன். இது ஆண்மைக்கு அடிப்படையாகும். இதனால் உடல் எடை அதிகரிக்கும். ஆண் உறுப்புகள் நன்கு வளரும் பருவம் அடைந்தபின் விந்து உற்பத்திக்கு

இது மிகவும் இன்றியமையாதது. ஆண்ட்ரோஜன் பற்றாக்குறையில் ஆண் உறுப்புகள் நன்கு வளர்ச்சியடையா. பாலுணர்வு குறைவாக இருக்கும். மேலும் விந்து உற்பத்தி பாதிக்கப்படும்.

ஈஸ்ட்ரோஜன். இது பெண்மைக்கு அடிப்படையாகும். பெண் விலங்குகள் பருவமடைய இது மிகவும் தேவை. மேலும் இது கருப்பை வளர்ச்சிக்கும், பால் சுரப்பி வளர்ச்சிக்கும் இன்றியமையாதது. மேலும், புரஜஸ்ட்ரோன் எனும் ஹார்மோனும் சூல்பையில் சுரக்கிறது. கருக்காலத்தில் மிகுதியும் சுரக்கும் இது, கருவைக் காக்கும் ஹார்மோன் ஆகும்.

- மு. சேகர்

நாளமில்லாச் சுரப்பி மண்டலம் (விலங்கியல்)

இம்மண்டலம், பல நாளமில்லாச் சுரப்பிகளைக் கொண்டுள்ளது. இச்சுரப்பிகள் உயிரிகளின் உடலின் பல பகுதிகளில் காணப்படும். இவற்றிற்குத் தனிப்பட்ட நாளங்கள் இராமையால் இவை நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் எனப்படுகின்றன. இந்தச் சுரப்பிகளின் சுரப்புகள் நேராகக் குருதி ஓட்டத்தில் கலக்கின்றன. இச்சுரப்பிகளின் செயல்திறனால் சில முக்கியமான வேதிப்பொருள்கள் உண்டாகின்றன. இவற்றிற்கு ஹார்மோன்கள் என்று பெயர். இந்த ஹார்மோன்கள் குருதி ஓட்டத்தின் வழியாக, அவை செயல்படும் இடங்களான செயல் இலக்கு உறுப்புகளுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் இலக்கு உறுப்புகளின் செயல்களையும், பல்வேறு உடற்செயல்களான உணவு செரித்தல், வளர்சிதை மாற்றம், வளர்ச்சி, இனப்பெருக்கம் போன்றவற்றையும் கட்டுப்படுத்துகின்றன. ஹார்மோன்கள் உடலின் குறிப்பிட்ட பகுதிகளிலுள்ள சுரப்பிகளிலிருந்து வெளிப்பட்டாலும் அவை உடலின் பல்வேறு பகுதிகளிலுள்ள உறுப்புகளின் இயக்கத்தினைக் கட்டுப்படுத்தும். இதன் காரணமாக அவற்றால் உடலின் ஒருங்கிணைந்த உடல் இயக்கத்தினைச் செயல்படுத்த இயலுகிறது. எனவே, ஹார்மோன்கள் சிறப்புமிக்க வேதித் தூதுவர்கள் எனவும் குறிக்கப்படுகின்றன. ஹார்மோன்கள் மிகக் குறைந்த அளவில் காணப்பட்டாலும் பெருமளவில் முழுமையாகச் செயல்படும் திறனுள்ளவை. இவற்றின் இயற்கையான வேதி ஒழுங்கமைவுச் செயல்கள் சில நேரங்களில் ஊக்குவிக்கும் தன்மையும், சில நேரங்களில் தடைப்படுத்தும் தன்மையும் பெற்றுள்ளன. ஹார்மோன்கள் பின்வரும் செயல்களைக் கண்காணித்துக் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

இனப்பெருக்கச் செயல்கள். இவை இனச்செல்களின் தோற்றம், வளர்ச்சி, இனப்பெருக்க நாளங்களில் வளர்ச்சி, துணை அல்லது இரண்டாம் நிலைப் பால் பண்புகளின் தோற்றம், முட்டையிடத் தூண்டுதல் ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும்.

வளர்ச்சியை ஊக்குவித்தலும் இழப்பு மீட்டலும். வளைதசைப் புழுக்களின் வளர்ச்சியின்போது உடல் கண்டங்கள் அதிகரித்தல், ஒட்டுடலிகள் மற்றும் சில கணுக்காலிகளின் தோல் உரிதல், வளர் உருமாற்றம் போன்றவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும்.

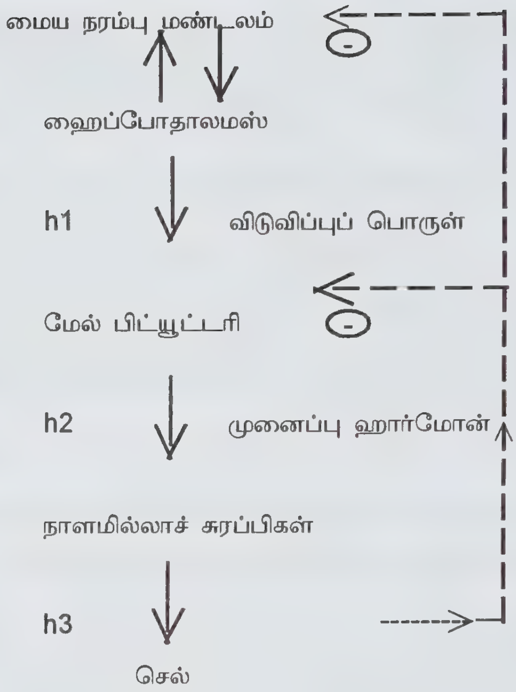
வளர்சிதை மாற்றமும் தன் வெப்பக் கட்டுப்பாடும். உடலில் வளர்சிதை மாற்றத்தைச் சீராக்குவதன் மூலம் வெப்பம், நீர், அயனிகளின்அளவு, குருதிக் குளுக்கோஸ் அளவு போன்ற உடலுக்கு இன்றியமையாத அகக் காரணிகளைக் கட்டுப்படுத்தும்.

புறக்காரணிகளுக்கேற்ற தகவமைப்புகள். உயிரிகளின் ஒளி உறுப்புகளில் ஒளி அளவிற்கு ஏற்ப உண்டாகும் தகவமைவுகளும், நிற ஒளித் தகவமைவுகளும் இதற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். வேதித் தன்மையில் ஹார்மோன்கள் தனித்தன்மையுடைய வேதிக் கூட்டமைப்பாகும். ஏனென்றால சில ஹார்மோன்கள் புரத ஹார்மோன்கள் (இன்சுலின், குளுக்ககான்), சில ஸ்டீராய்டு ஹார்மோன்கள் (ஆண்ட்ரோஜென், ஈஸ்ட்ரோஜன், அட்ரினோகார்டிகாய்டு) சில புரதமும் ஸ்டீராய்டுமல்லாத எளிய பொருள்கள் (சிறுநீரக அகணியினால் சுரக்கப்படும் அட்ரினலின்) ஆகும். பொதுவாக ஹார்மோன்கள் தோன்றும் முறையிலும், செயல்திறனிலும் தனித்தன்மை பெற்றுள்ளன.

முதுகெலும்பற்றவையின் நரம்பியச் சுரப்பிகள் (neuro secretions) ஹார்மோன்களில் முக்கிய தோற்றுவாயாகக் கருதப்படுகின்றன. நரம்பியச் சுரப்பிச் செல்கள், அனைத்து வகையான பல செல்லுயிரி முதுகெலும்பற்றவையிலும் காணப்படுகின்றன. நாளமில்லாச் சுரப்பி மண்டலத்தின் முக்கிய செயல் உடலின் அகச்சீர்மையை நிலைநிறுத்துவதாகும். இதற்காக அவை பின்னூட்டச் செயல் முறைகளைக் (feed back mechanism) கையாளுகின்றன. இச்செயல் முறைகள் நேர் முகம், எதிர் முகம் ஆகிய இரு முறைகளிலும் நடைபெறுகின்றன.

குருதியிலுள்ள குளுக்கோஸ் அளவை இரு ஹார்மோன்கள் கட்டுப்படுத்துகின்றன. எதிர்வினைச் செயல்திறனுள்ள இவ்விரண்டு ஹார்மோன்களையும், கணையத்தில் காணப்படும் லாங்கர்ஹான் திசுத் திட்டுக்கள் சுரக்கின்றன. லாங்கர்ஹான் திட்டுகளிலுள்ள செல்கள் சுரக்கும் இன்சுலின் ஹார்மோன், குருதியின் குளுக்கோஸ் அளவைக் குறைக்கும். செல்கள் சுரக்கும் குளுக்ககான் குருதியின் குளுக்கோஸ் அளவை அதிகரிக்கும். குருதியிலுள்ள குளுக்கோஸ் அளவு அதிகரிக்கும்போது, செல்கள் தூண்டப்பட்டு இன்சுலின் சுரப்பது தடைப்படுகிறது. இதற்கு எதிர்மாறாகக் குளுக்கோஸ் அளவு குறையும்போது குளுக்கோஸ் ஹார்மோன் சுரப்பது ஊக்குவிக்கப்படுகிறது. குளுக்கோஸ், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு அதிகரித்த பின் குளுக்ககான் சுரப்பது தடைப்படுகிறது. இந்த இரண்டு நிலைகளிலும் குருதிக் குளுக்கோசின் அளவே, ஹார்மோன் சுரத்தலை நேரடியாகக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இதில் நரம்புகளோ அடினோஹைப்போபிசியல் பகுதிகளோ பங்கெடுப்பதில்லை. இதற்கு எதிர்மாறாகத் தைராக்சின், கார்டிசோல், இனச்செல்லுறுப்பு ஹார்மோன் போன்றவற்றின் சுரப்பு மிகவும் சிக்கல் வாய்ந்த முறையில் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

ஹைப்போதாலமஸ், மைய நரம்பு மண்டலத்தின் ஏனைய பகுதிகளால் தூண்டப்பட்டுக் குறிப்பிட்ட விடுவிப்புப் பொருளைச் (releasing factor-h1) சுரக்கிறது. இப்பொருள் அடினோஹைப்போபிசியல் போர்ட்டல் குழாயின் மூலம் மேல் பிட்யூட்டரியை அடைந்து அதன் சுரப்பிகளை ஊக்குவித்துக் குறிப்பிட்ட முனைப்பு ஹார்மோன்களைச் (h2)சுரக்க வைக்கிறது. இவ்வாறு உண்டாகும் முனைப்பு ஹார்மோன் குருதி வழியே சென்று, தைராய்டு, சிறுநீரகப் புறணி, இனச்செல் உறுப்பு ஆகியவற்றை ஊக்குவித்து அவற்றைச் சுரத்தல் பணியில் ஈடுபடச் செய்கிறது. இந்தச் சுரப்பிகளின் (ஹார்மோன்கள் - h3)வெளிச்சுற்று, செயலிலக்கு உறுப்புகளில் செயல்படுவது மட்டுமன்றி, தொடர்ச்சியான தூண்டும் செய்கைகளுக்குக் காரணமான ஹைப்போதாலமிக் நியூரான்களையும் பின்னூட்ட முறைச் செயல்களால் கட்டுப்படுத்தும்.



பின்னூட்ட முறை. h1, h2, h3 ஆகியவை ஹைப்போதாலமஸ், மேல் பிட்யூட்டரி, நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் ஆகியவற்றால் சுரக்கும் ஹார்மோன்கள். தைராக்சின், கார்டிசோலைப் பொறுத்தவரையில் இந்தப் பின்னூட்ட முறை, முற்றிலும் எதிர்முகமானது. அதாவது, இந்த ஹார்மோன்களின் சுரத்தல், ஹைப்போதாலமசிலிருந்து சுரக்கப்படும் விடுவிப்புப் பொருள்களால் குறைகிறது. இனச்செல்லுறுப்பு ஹார்மோன்களும் இவ்வாறு எதிர்முக முறையிலான கட்டுப்பாட்டைக் கொண்டிருந்தாலும், சில குறிப்பிட்ட அளவுகளில் ஈஸ்ட்ரோஜன் இருக்கும்போது, கோனடோட்ராபிக் ஹார்மோன்களின் சுரத்தலை அதிகப்படுத்தி நேர்முறையிலான கட்டுப்பாட்டைக் கொண்டிருக்கும். மேலே குறிப்பிட்ட சான்றுகள் யாவும் நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் தம் சுரக்கும் தன்மையைத் தாமே கட்டுப்படுத்திக் கொண்டு செயல்படும் இயல்பைத் தெளிவாக்குகின்றன.

துணைநூல். E. Scharrer and B. Scharrer, Neuro endocrinology, Columbia University Press, New York, 1963.

நாளவழி உணர்வகற்றல்

அறுவை செய்ய வேண்டிய சமயங்களிலும், சில நோய்நிலைகட்கு மருத்துவமாகவும் உணர்வகற்றல் தேவைப்படுகிறது. இந்த உணர்வகற்றலை இரு முறைகளில் ஏற்படுத்தலாம். அவை, ஈதர் போன்ற ஆவியாகும் நீர்மங்களையும் வளைய புரோப்பேன் போன்ற வளிமங்களையும் மூச்சின் மூலம் உள்ளிழுக்கச் செய்தல், தையோபெண்ட்டால் போன்ற மருந்துகளை ஊசிமூலம் உடல் நாளங்களில் செலுத்துதல் என்பன. இவ்விரண்டாம் முறையே நாளவழி உணர்வகற்றல் அல்லது சிரைவழி உணர்வகற்றல் எனப்படுகிறது.

மூச்சின் மூலம் உள்ளிழுக்கச் செய்து உணர்வகற்றலை ஏற்படுத்தும் மருந்துகள் நெடுநேர அறுவை மருத்துவத்திற்குச் சிறந்தவையாக இருப்பினும் குறுகிய நேரத்தில் செய்யப்படும் அறுவை மருத்துவத்திற்கு இவை ஓரளவே பயன்படும். மேலும் இவை குமட்டல், வாந்தி, மூச்சுத் தேக்க நிமோனியா முதலிய வேண்டா விளைவுகளை ஏற்படுத்தக்கூடும். இவை மூச்சில் வெளியேற்றப்படும்போது நோயாளிக்கு ஒவ்வாத நெடியையும் ஏற்படுத்துகின்றன. நாளவழி உணர்வகற்ற மருந்துகள் மேற்கூறிய குறைபாடுகளை மிகக் குறைவாகவே கொண்டுள்ளன. மேலும் மூச்சின் மூலம் உள்ளிழுக்கப்படும் மருந்துகளைக் கொடுப்பதால் தொடக்கத்தில் ஏற்படும் கிளர்த்தலையும் இவை பெருமளவுக்குக் குறைக்கின்றன.

நாளவழி உணர்வகற்றுமுறை. பெரும்பாலும் முழங்கையின் முன்புறமுள்ள நாளங்களின் (சிரைகளின்), வழியாகவோ கையின் பின்புறமுள்ள நாளங்களின் வழியாகவோ மருந்துகள் ஊசி மூலம் செலுத்தப் படுகின்றன. கையின் பின்புற நாளங்களின் வழியே மருந்துகளைச் செலுத்துவதன் மூலம் அறுவை செய்யும் மருத்துவருக்கு இடநெருக்கடி ஏற்படுவதில்லை. மேலும் இந்த இடத்தில் செலுத்தும்போது மருந்தைத் தவறுதலாகத் தமனியில் செலுத்திவிடக் கூடிய தீமையும் குறைவு. ஊசியைக் குருதிக் குழாயினுள் செலுத்தும் முன் குருதிக் குழாயில் துடிப்பு ஏற்படவில்லை என்பதைத் தொட்டுப் பார்த்து உறுதி செய்ய வேண்டும்.

குருதிக் குழாய் துடிக்குமானால் அது தமனியாக இருக்கும் எனக் கருதி அந்தக் குருதிக் குழாயினுள் ஊசி செலுத்தக் கூடாது. ஏனெனில் தமனியில் மருந்தைச் செலுத்தினால், குருதிக்கட்டி (thrombosis) உண்டாகலாம். மேலும் ஊசி செலுத்திய இடத்தைச் சுற்றிய திசுக்கள் சேதமுறும். முழங்கையின் முன்புறம் உள்ள சிரைகளினுள் ஊசியைச் செலுத்துவதாக இருந்தால் முழங்கையின் தொலைப்பக்கவாட்டில் (lateral) அமைந்துள்ள சிரையினுள் செலுத்த வேண்டும். முழங்கையின் அண்மைப்பக்கவாட்டில் (medial) ஊசியைச் செலுத்துவதைத் தவிர்த்தல் நலம். ஏனெனில், இப்பகுதியில் ஊசியைச் செலுத்தினால் தமனியுள் தவறுதலாகச் செலுத்திவிடக் கூடிய தீங்குடன் இப்பகுதியில் செல்லும் நடுநரம்பு (median nerve) சேதமுறும் வாய்ப்பும் உண்டு.

ஊசியைச் சிரையில் செலுத்தியபின், ஊசி செலுத்து குழலினுள் குருதி, துடிப்புடன் நுழையாமல் மெதுவாக நுழைவதை உறுதி செய்தபின் முதலில் 1-2 மி.லி. அளவு மருந்தைச் செலுத்த வேண்டும். சில நொடிகள் இடைவெளிகட்குப்பின் நோயாளியின் கையில் வலி ஏற்படவில்லை என்பதைத் கண்டறிந்து 2-3 மி. லி. மருந்தை மீண்டும் செலுத்த வேண்டும். இவ்வாறு நோயாளி நினைவிழக்கும் வரை மருந்தை மீண்டும் மீண்டும் செலுத்த வேண்டும்.

நாளவழி உணர்வகற்று மருந்துகள். ஒரு சிறந்த நாளவழி உணர்வகற்று மருந்துக்கு இருக்க வேண்டிய சில முக்கிய பண்புகளாவன: உணர்விழப்பு விரைவாக ஏற்பட்டு விரைவாக மறைந்துவிடுதல், பரந்த பாதுகாப்பு எல்லை, மூச்சுக் குழாய்ச் சுருக்கத்தை ஏற்படுத்தாமல் இருத்தல், உடலில் தேங்கியிராமல் விரைவில் வெளியேறுதல், ஓரளவுக்கேனும் வலி நீக்கம் ஏற்படுத்துதல், நீரில் கரையக்கூடியதாகவும், சிதையாததாகவும் இருத்தல், உணர்வகற்றத்தின்போது பயன்படுத்தப்படும் பிற மருந்துகளுடன் பொருந்தக் கூடியதாக (compatible) இருத்தல் என்பன. இவ்வாறு அனைத்துப் பண்புகளையும் ஒருங்கே கொண்ட மருந்து எதுவும் இல்லை.

நடைமுறையில் பயன்படும் சில முக்கிய நாளவழி உணர்வகற்று மருந்துகளாவன: தயோபென்ட்டால், மெத்தோ ஹெக்சிட்டால், புரோப்பனிடிட், கீட்டமின், எட்டோமிடேட், டயசிப்பாம், ஆல்தசின் என்பன.

தையோபென்ட்டால் (பென்ட்தால் சோடியம்). இது பார்ப்பிச்சுரேட் எனப்படும் துயிலூட்டும் மருந்தின் வகையைச் சார்ந்ததாகும். இதனை 2.5% அடர்த்தியுள்ள கரைசலாகச் செலுத்துகின்றனர். இது 15-30 நொடிகளில் உணர்விழப்பை ஏற்படுத்துகிறது. உணர்விழப்பு 8-10 நிமிடங்கள் வரை நீடிக்கிறது.

இம்மருந்து மூளையின் வலைப்பின்னல் இயக்க மண்டலத்தின் (recticular activating system) விழிப்புணர்ச்சிக்கான மையத்தை ஒடுக்குவதால் உணர்விழப்பை உண்டாக்குவதாகக் கருதப்படுகிறது.

இம்மருந்துக் கரைசல் சிதையக்கூடியதாக உள்ளது. எனவே ஒவ்வொரு முறையும் இது புதிதாகத் தயாரிக்கப்பட வேண்டும். இந்தக் கரைசல் காரத்தன்மை மிகுந்ததாகையால் இம்மருந்தைத் தவறுதலாகச் சிரையை விட்டு வெளியே செலுத்தினால் இது திசுக்களை உறுத்திச் செல் அழுகலையும் (gangrene) புண்ணையும் ஏற்படுத்தக்கூடும். மருந்தைத் தவறுதலாகத் தமனி வழியாகச் செலுத்திவிட்டால் அத்தமனி சார்ந்த பகுதியில் தாள முடியாத வலி ஏற்படும். குருதிக்கட்டி ஏற்பட்டுச் செல் அழுகலும் ஏற்படக்கூடும்.

பிற குறைபாடுகள். இதற்கு வலி நீக்க இயக்கம் கிடையாது. தசை தளர்த்தும் பண்பும் மிகக் குறைவே. குரல்வளையையும் மூச்சுக் குழாய்களையும் இது சுருங்கச் செய்து மூச்சுத் திணறலை ஏற்படுத்தக் கூடும்; மூச்சையும் இது ஒடுக்கக் கூடும்.

மருத்துவப் பயன். இது இதயத் தசைகளை அட்ரினலின் போன்ற பரிவு நரம்பு தூண்டும் மருந்துகட்குக் கூருணர்ச்சிப்படுத்துவதில்லை. எனவே, ஒழுங்கீன இதயத் துடிப்புகள், இதய நிறுத்தம் முதலிய விளைவுகள் ஏற்படும் வாய்ப்பு அரிது.

மெத்தோ ஹெக்சிட்டால். இதுவும் பார்பிச்சுரேட் வகையைச் சார்ந்த மருந்தாகும். இதனைப் பயன்படுத்தும்போது தையோபெண்ட்டாலைப் போன்று உணர்விழப்பு விரைவாக ஏற்படுகிறது. இது தையோபென்ட்டாலைவிட மும்மடங்கு மிகைத் திறனுடையது. விரைவான வளர்சிதை மாற்றம் அடையும் பண்பும் உடையது. இதன் இயக்க நேரம் ஏறத்தாழ 3 நிமிடங்களாகும். இது 1% கரைசலாக 1.5 மி.கி./கி.கி உடல் எடை என்னும் அளவில் செலுத்தப்படுகிறது. இது விக்கல், தன்னிச்சையான இயக்கு தசை அசைவு ஆகிய வேண்டாத விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. தையோபெண்ட்டாலைவிட மூச்சை மிகுதியாக ஒடுக்கும். இது தையோபென்ட்டாலைவிடக் குறைவான உறுத்தும் தன்மையுடையது; எனவே, சிரைக்கு வெளியே தவறுதலாகச் செலுத்தினாலும் குருதிக் கட்டிகள் ஏற்படுவதில்லை.

தையோபென்ட்டாலும், மெத்தோ ஹெக்சிட்டாலும் உணர்விழப்பை விரைவாக ஏற்படுத்தப் பயன்படுகின்றன. எலும்பு முறிவைச் சீர்படுத்துவதற்கும், மின் வலிப்பு மருத்துவத்தின்போதும், கருப்பையின் கழுத்தை விரிவாக்கிக் கருப்பையைத் தூய்மையாக்குவதற்கும், ஆயுதம் பயன்படுத்திக் குழந்தையை வெளியே எடுப்பதற்கும் இவை பயனாகின்றன.

புரோப்பனிடிட். இது நீரில் மிகக் குறைவாகக் கரையும் தன்மையுடையது. எனவே, இது பாலி எத்தாக்சில் சேர்ந்த விளக்கெண்ணெயில் கலந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. ஏறக்குறைய தயோபென்ட்டாலுக்குச் சமமான திறன் கொண்ட இதை 6-7 மி.கி./கி.கி உடல் எடை வீதம் சிரை வழியாகச் செலுத்தினால் உணர்விழப்பு விரைவில் ஏற்படும். 3-6 நிமிடங்கள் வரை இயக்கம் நீடிக்கிறது.

இது உடல் தசைகளின் தன்னிச்சையான அசைவு, குமட்டல், வாந்தி இவற்றை ஏற்படுத்துகிறது. தயோபென்ட்டாலைவிட மிகுதியாக நாளக் குருதிக்கட்டிகளை ஏற்படுத்துகிறது. ஆனால், தவறுதலாகத் தமனி வழியாகச் செலுத்தினால் அஞ்சத்தக்க விளைவுகளை உண்டாக்குவதில்லை. இது ஹிஸ்ட்டமினை வெளியிட்டு மூச்சுக்குழாய்ச் சுருக்கத்தையும் குறை குருதி அழுத்தத்தையும் ஏற்படுத்தலாம் என்பதால் இதனைப் பரவலாகப் பயன்படுத்துவதில்லை.

கீட்டமின். இது ஃபென்சைக்ளிடின் பெறுதி (derivative) ஆகும். இம்மருந்து சூழ்நிலைத் தொடர்பு அறுந்த உணர்விழப்பை (dissociated anaesthesia) உண்டாக்குவதால் இது பிற உணர்விழப்பு மருந்துகளிலிருந்து மாறுபடுகிறது. இது வலி நீக்கம், நினைவாற்றல் குறைவு, மெல்லிய உறக்கம் இவற்றை உண்டாக்குகிறது.

தசை மூலமாக 4-6 மி.கி./கி.கி உடல் எடை அளவில் செலுத்தும்போது 3 நிமிடங்கட்குப் பிறகு உணர்விழப்பு ஏற்பட்டு 10-20 நிமிடங்கள் நீடிக்கிறது. சிரை வழியாகச் செலுத்தும்போது (1-2 மி.கி./கி.கி உடல் எடை) ஒரு நிமிடத்திற்குப் பிறகு உணர்விழப்பு உண்டாகி 5-8 நிமிடங்கள் நீடிக்கிறது.

இது மூச்சையும் இதயத்தையும் ஒடுக்குவதில்லை; மாறாகக் குருதி அழுத்தத்தை உயர்த்துகிறது. இவ்வாறு உயர்த்துவதால் குருதி ஓட்டச் சீர்குலைவுள்ள நிலையில் (shock) அறுவை செய்ய வேண்டுமெனில் இதனைப் பயன்படுத்தலாம்.

வேண்டா விளைவுகள். அறுவை மருத்துவத்திற்கு வேண்டிய தசைத் தளர்வை இது மிகக் குறைந்த அளவில் ஏற்படுத்துகிறது. உணர்விழப்பிலிருந்து முற்றிலும் மீண்டெழ நெடுநேரம் ஆகிறது. இந்நேரத்தில் இது அச்சுறுத்தும் கனவையும், கற்பனையுலகில் நடமாடும் உணர்வையும் ஏற்படுத்துகிறது. குழந்தைகளிடத்தில் இவ்விளைவைக் குறைந்த அளவில் ஏற்படுத்துகிறது. பொதுவாக இது குழந்தைகட்கு ஏற்றது.

மிகைக் குருதி அழுத்தம் உள்ள நோயாளிகளிடத்திலும், பெருமூளைக் குருதிக்குழாய் விபத்து (cerebrovascular accident) ஏற்பட்ட நோயாளிகளிடத்திலும் இதனைப் பயன்படுத்தக்கூடாது. மேலும் தைராக்சின் மருந்தை உட்கொள்வோரிடமும்

இதனைப் பயன்படுத்தக்கூடாது. ஏனெனில் இது திடீரெனக் குருதி அழுத்தத்தை உயர்த்தக்கூடும்.

எட்டோமிடேட். இம்மருந்து உணர்விழப்பின் தொடக்கத்தை விரைவாக ஏற்படுத்துகிறது. இம்மருந்தைச் செலுத்தும்போது மிகுந்த வலி ஏற்படக்கூடும். இதனை மிகையளவில் செலுத்தினால் கார்ட்டிசோல் எனும் ஹார்மோனின் உற்பத்தி பாதிக்கக்கூடும்.

ஆல்தசின். இது ஆல்ஃபாக்சலோன், ஆல்ஃபாடோலோன் எனும் இரு ஸ்டீராய்கள் குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் சேர்க்கப்பட்ட கலவையாகும். தயோபென்ட்டாலைப் போன்ற இது உணர்விழப்பின் தொடக்கத்தை விரைவாக ஏற்படுத்துகிறது. இதன் இயக்க நேரம் 6/10 நிமிடங்கள். 0.05/0.06 மி.லி./கி.கி உடல் எடை அளவில் இது செலுத்தப்படுகிறது. குருதிக் குழாய்களை உறுத்துவதில்லை. மூச்சுக்குழல் சுருக்கத்தையும் ஏற்படுத்துவதில்லை. அதிகளவு பாதுகாப்பு எல்லையும் கொண்டுள்ளது. இக்காரணங்களால் இது தயோபென்ட்டாலைவிடச் சிறந்த மருந்தாகக் கருதப்படுகிறது.

டயசிப்பாம். இதன் பாதுகாப்பு எல்லை மிகுந்துள்ளமையால் தற்போது சிறு அறுவையில் முதன்மையாக உறக்கம் உண்டாக்கும் மருந்தாகப் பயனாகிறது. 15-30 மி.கி. அளவில் சிரைவழியாகத் தரப்படும். இதற்கு வலி நீக்கப் பண்பில்லை. இது உறக்கத்தை உண்டாக்குகிறது. அறுவை முடிந்த 24 மணி நேரம் சென்றும் உறக்கம் தொடர்ந்து இருக்கும். எனவே டயசிப்பாம் வகையைச் சார்ந்த குறுகிய இயக்க நேரமுடைய மருந்துகளைக் கொண்டு உணர்விழப்பை ஏற்படுத்துவது பற்றித் தற்போது ஆய்வுகள் செய்யப்படுகின்றன.

ஏனைய மருந்துகள். மன அமைதியை உண்டாக்கும் மருந்துகளுடன் (tranquillizers)உறக்கம் உண்டாக்கும் வலி நீக்க மருந்துகளைச் சேர்த்துக் கொடுப்பதன் மூலம் சிறந்த வலி நீக்கம் பெற முடியும். பெரும்பாலும் 2.5மி.கி. டுரோப்பெரிடாலும் 0.5 மி.கி ஃபென்ட்டானைலும் சிரைவழியாகச் செலுத்தப்படுகின்றன. இதனால் நல்ல வலி நீக்கமும் உறக்கமும் உண்டாகின்றன. சிறுநீர்ப் பையினுள் குழாய் செலுத்தி ஆய்தல் (cytoscopic examination) போன்ற ஆய்வு முறைகளில் இவ்வகை உணர்வகற்ற முறை பயன்படுகிறது.

- மு. துளசிமணி

நாளவழி உணவேற்றல்

உடலின் உணவுப் பாதை சீர்கெட்டுத் தன் பணியை முறையாகச் செய்ய முடியாதபோது நாளவழி உணவேற்றல் (intravenous hyper alimenation) குறிப்பிட்ட காலத்திற்குத் தேவைப்படுகிறது. 1873ஆம் ஆண்டிலேயே டொரோன்டோவில் ஹோடர் என்பார் காலரா நோய்க்கு நாளவழியே பாலை ஏற்றி ஆய்வு செய்தார். பின்னர் 1913ஆம் ஆண்டு ஆண்டர்சன் ஆட்டிறைச்சியைக் கணைய சுரப்புக் கொண்டு செரிக்க வைத்து நாளவழியேற்றி ஒரு நாயை 16 நாள்கள் உயிருடன் வைத்திருந்தார்.

தற்காலத்தில் இந்நாள வழி உணவேற்றல் சில பெரிய மருத்துவமனைகளில் 5% நோயாளிகளில் நடைபெறுகிறது. கொடுங்காயங்களால் பாதிக்கப்பட்ட நோயாளிகள், பலவிதமான எலும்பு முறிவுகளுடன் வரும் நோயாளிகள், தீக்காயங்களினால் பெரிதும் பாதிக்கப்பட்ட நோயாளிகள் உணவை உண்ண முடியாமையாலும், தசை வளர்சிதை மாற்றம் கூடுதலாகக் காணப்படுவதாலும், நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் மிகை சுரப்பு, நைட்ரஜனை உடலில் நாளுக்கு நாள் குறைப்பதாலும் நாளவழி உணவேற்றல் தேவையாகிறது.

இத்துடன் புதுவளர் சிறுமணிக் கட்டிகளுடன் காணப்படும் குடல்நோய் (granulomatous), குடல்புற்று (intestinal carcinoma), குடல்புரை (intestinal fistula), பல்வேறு குடல் அறுவை, சிறுகுடலை மிகுதியாக வெட்டிக் களைய வேண்டிய நிலை, புரதச் சத்து உடலிலிருந்து வெளியேறித் தசை நலிவும் உடல் மெலிவும் உள்ள நிலைகளில் நாளவழி உணவேற்றும் போது 7 மாதங்களில் 10 கி.கி. எடை கூடுதலாக நிறுவப்பட்டுள்ளது.

அன்றாட நைட்ரஜன் மற்றும் கலோரித் தேவைகள்

பெயர்	பின் அறுவை நிலை	மிகு வளர்சிதை மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கும் நோய் நிலை
நைட்ரஜன் கி/.கிகி	0.20	0.25 - 0.30
கி.கலோரி/கி.கி.	35	45 - 55
கி!கலோரி/கி	100	200 - 250

புரதச்சத்து. அமினோ அமிலங்களாக நாளவழியே ஏற்றப்படுவதற்கு முன்னோடியாக 1939ஆம் ஆண்டு எல்மன் என்பார் கேசின் ஹைட்ரோலைசேட்டை முதன்முறையாக நாளவழியேற்றி ஆய்வு செய்தார். 1972 ஆம் ஆண்டு முதல் டூவீடில், ஸ்பைவே, ஜான்ஸ்டன் என்போரால் குடல் அறுவைக்கான நாளவழி உணவேற்றம் முறையாகத் தொடங்கியது. துகள்கள் அளவு 0.5 மைக்ரானுக்கும் குறைவாக இருத்தல் தேவை.

- மா.ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

நாளவழி உணவேற்றலின் சிக்கல்கள்

வாய்வழியே உணவைச் செரிக்கமுடியாமல் நலிந்த நோயாளிக்குத் தேவையான உணவை நாளங்கள் மூலம் எளிதாகவும், பாதுகாப்பாகவும் பல நாள்களுக்குக் கொடுக்கும்போது முறையாகச் செய்யாவிடில் தொற்றும், நாள அழற்சியும் ஏற்படும்.

புரதம், குளுக்கோஸ் போன்றவற்றைப் புறநாளங்கள் வழியாகவும், குழாய்களைக் காரையடிச் சிரை வரை

இக்கால அமினோ அமிலங்கள்

பெயர்	அளவு மி.லி.	கலோரி	நைட்ரஜன் (கி.)	சோடியம் (M.Eq.)	பொட்டாசியம் (M.mol)
அமினோசால் 10%	1000	320	12.7	160	0.5
டிரோபைசான் 10%	1000	564 (சார்பிட்டால்)	6.7	6	8
வாமின் 7%	1000	650 (ஃபிரக்டோஸ்)	9.4	50	20
அமினோ ஃபியூசின் 10%	1000	200	8.8	35	25

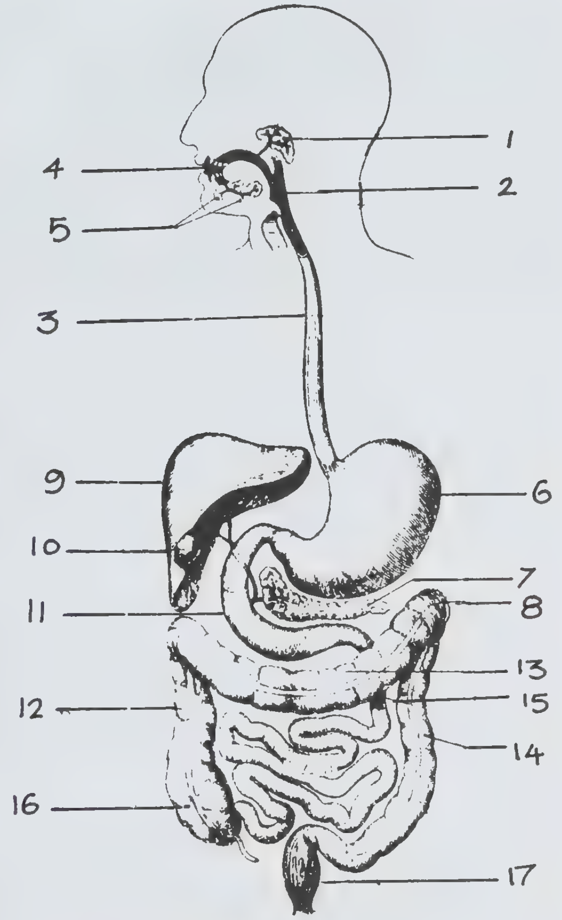
இக்கால மாவுப்பொருள்கள்

பெயர்	அளவு மி.லி.	கலோரி
குளுக்கோஸ் 5%	1000	200
ஃபிரக்டோஸ் 20%	1000	800
சார்பிட்டால் 30 %	1000	1200
எத்தனால் 5%	1000	35

குறிப்பு : நாளவழியே மணிக்கு 10 கி அல்லது 70 கலோரி மட்டும் ஏற்ற வேண்டும்.

இக்காலக் கொழுப்புப் பொருள்கள்

பெயர்	அளவு (மி.லி.)	கலோரி	கிளிசரால் (கி.)
சோயாவிதை எண்ணெய்த் துகள்கள்			
இண்டராலிப்பிட் 10%	1000	1100	25
இண்டராலிப்பிட் 20%	1000	2000	25



1. கன்னச் சுரப்பி
2. தொண்டை
3. உணவுக்குழல்
4. வாய்
5. உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி
6. வயிறு
7. கணையம்
8. பெருங்குடல்
9. கல்லீரல்
10. குடல் சுரப்பி
11. கீழ்க் குடல்
12. மலக்குடல்
13. மேற்குடல்
14. அடிப்புறக் குடல்
15. சிறுகுடல்
16. குறுங்குடல்
17. ஆசனவாய்

செலுத்திக் கொழுப்புப் பொருள்களையும் உணவேற்றம் செய்யலாம். குழாய் நுனி ஜுகுலர் சிரையினுள் செல்லாதவாறு எக்ஸ் கதிர் மூலம் ஆய்வு செய்து, தொற்று ஏற்படாவண்ணம் தூய முறையில் குழாய்களை நாளத்துள் செலுத்துவது, புண்களைச் சுற்றிப் போவிடின் அயோடின் குழம்பு இடுவது போன்றவற்றால் தொற்றைத் தவிர்க்கலாம். தொடர்ந்து செய்யப்படும் உணவேற்றலில் பாஸ்ஃபேட் குறைபாடு 12-24 மணி நேரத்தில் உண்டாவதுடன் நோயாளிக்குத் தசைத்தளர்வுடன் (neuromuscular incoordination) பேச்சில் குழறலும் காணப்படும். பாஸ்ஃபேட் உள்ள கொழுப்பு நீர்மம் இந்நிலையை மாற்றும். தோலுரிதல், ஹீமோகுளோபின் குறைபாடு முதலியவற்றை இடையிடையே குருதி பிளாஸ்மா கொடுப்பதன் மூலம் மாற்றலாம்.

நான்கு வாரமாகும்போது ஃபோலிக் அமிலம் வைட்டமின் குறைவு தோன்றலாம். அஞ்சத்தக்க இவ்விளைவு நாளவழி வைட்டமின் கொடுப்பதால் மாறும். வளர்மாற்ற ஸ்டிராய்டுகள் (anabolic steroids) வாரமொருமுறை கொடுக்கத் தசையின் வளர்ச்சி கூடும். குருதியில் சர்க்கரை அளவையறிந்து அதற்கேற்பக் குளுக்கோஸ் ஏற்றும்போது இன்சுலின் கொடுக்க வேண்டும்.

கண்டிடா ஆல்பிகன்ஸ் போன்ற தொற்று, கொடிய விளைவுகளை உண்டாக்கும். இதனை மாற்ற நாளவழியே ஆன்கோட்டில் (ancotyl) கொடுக்கலாம். தொடர்ந்து காய்ச்சல் குறையாதிருந்தால் தொற்றுள்ள இடத்தைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். புற நாளங்களில் அழற்சியிராவிடினும், தொற்று பற்றிய இடத்தைக் காணமுடியா நிலையில் நாளத்தில் உள்ள உணவேற்றும் குழாய்களை எடுத்துவிட வேண்டும்.

- மா. ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

நாற்கரம்

நான்கு பக்கங்களையுடைய ஒரு பலகோணம் (polygon) பொதுவாக நாற்கரம் (quadrilateral) எனப்படும். நாற்கரத்தில் பல வகைகளுண்டு.

எதிரெதிர்ப் பக்கங்கள் இணையாகவுள்ள நாற்கரம், இணைகரம் (parallelogram) என வரையறுக்கப்படும். நான்கு கோணங்களும், ஒவ்வொன்றும் 90°க்குச் சமமாகவும், எதிரெதிர்ப் பக்கங்கள் இணையாகவும் சமமாகவும் இருந்தால், இந்நாற்கரம் செவ்வகம் (rectangle) எனக் குறிக்கப்படும்.

செவ்வகத்தின் நான்கு பக்கங்களும் சமமானால், இது சதுரமாகும். சதுரம், ஒழுங்கு நாற்கரம் (regular quadrilateral) என்றும் குறிப்பிடப்படும். நான்கு சமபக்கங்கள் பெற்று, கோணங்கள் ஒவ்வொன்றும் 90^0க்குச் சமமில்லாமல் இருந்தால் அது சாய்சதுரம் (rhombus) ஆகும். ஒரு நாற்கரத்தில், எதிர்ப்பக்கங்கள் மட்டும் இணையாக இருந்தால், இந்த நாற்கரம் சரிவகம் (trapezium) எனப்படும்.

ஒரு நாற்கரத்தின் உச்சிகள் வழியே ஒரு வட்டம் வரைய முடியுமானால், இது வட்ட நாற்கரம் (cyclic quadrilateral) எனக் குறிக்கப்படும். ஒரு தளத்தில், எந்த 3 கோடுகளும் ஒருங்கிசைவற்றனவாக அதாவது ஒரு புள்ளி வழியே செல்லாத நான்கு கோடுகளையும், இரண்டிரண்டு கோடுகள் வெட்டும் புள்ளிகளான ஆறு புள்ளிகளையும் உடைய அமைப்பு, ஒரு முழுநாற்கரமென (complete quadrilateral) வரையறுக்கப்படும்.

- பங்கஜம் கணேசன்

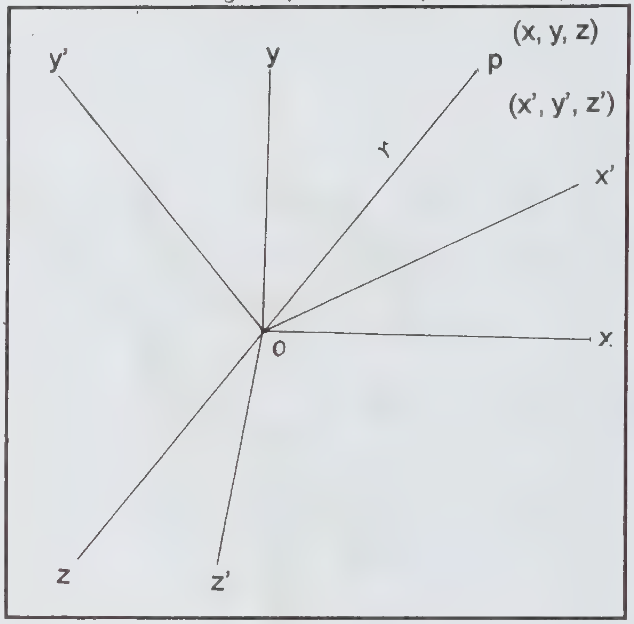
நான்காம் பரிமாணம்

சார்புக் கொள்கையில் (theory of relativity) வெளியின் முப்பரிமாணங்களுடன் சேர்த்து, காலம் நான்காம் பரிமாணமாகக் (fourth dimension)) கருதப்படுகிறது.

1908ஆம் ஆண்டு ஐன்ஸ்டீனின் தனிச்சார்புக் கொள்கையைப் பயன்படுத்தி, ஹெர்மன் மின்கவுஸ்கி (Herman Minkowski) நான்காம் பரிமாணத்தைப் புகுத்தினார்.

ஐன்ஸ்டீனின் தனிச் சார்புக் கொள்கை. இடமும் காலமும் ஒன்றோடொன்று தொடர்புடையன என்பதும் சார்பற்ற காலம் (absolute time), சார்பற்ற வெளி (absolute space) என்பவை இருக்க முடியா என்பதும் ஐன்ஸ்டீன் கொள்கையின் சாரம். ஒரு குறிப்புச் சட்டத்திலுள்ள (frame of reference) நோக்குநர்க்கும் மற்றோர் சட்டத்திலுள்ளவர்க்கும் ஒரே நிகழ்ச்சியின் காலம் வெவ்வேறாகும் என்பது அவர் கூற்று. அதாவது காலம் இயக்கச் சார்புடையது எனபதாம்.

நான்காம் பரிமாணம். முப்பரிமாண முறையில் அண்டத்திலுள்ள புள்ளிகள் (x,y,z)என்னும் ஆயத் தொலைவுகளால் (coordinates) குறிப்பிடப்படுகின்றன. மின்கவுஸ்கி புகுத்திய நான்காம் பரிமாணத்தில், வெளியிடையுடன் காலத்தையும் இணைத்து இவ்வண்டம் (x,y,z) மற்றும் நேரம் ஆகியவை கொண்ட நிகழ்ச்சிகளால் (events) ஆனது எனக் கருதினார். அதாவது ஒரு நிகழ்ச்சி, வெளியில் அதன் நிலையாலும் (position), அது தோன்றும் காலத்தாலும் குறிக்கப்பெறும். புவியிலுள்ளோர் வெறும் புள்ளிகளுள்ள உலகில் வாழவில்லை. நிகழ்ச்சிகளுள்ள உலகில் வாழ்கின்றனர். வெளியும் காலமும் பிரிக்க இயலாதவை. எனவே, இவ்விடத்தை வெளிக்காலத் தொடர்ச்சி (space - time continuum) எனலாம். இவ்வாறு நான்காம் பரிமாண உலகில் மக்கள் வாழ்கின்றனர் என்கிறார் மின்கவுஸ்கி.



மின்கவுஸ்கி வெளி

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு (X,Y,Z) மற்றும் (X',Y',Z') என்னும் இரண்டு ஆய அச்சுகளை எடுத்துக் கொள்ளலாம். O என்பது அவ்வச்சுகளின் பொது ஆதி (Origin). P என்னும் புள்ளி O - புள்ளியிலிருந்து r எனும் தொலைவில் உள்ளதாகக் கொள்ளலாம்.

P- புள்ளியை இரண்டு அச்சுத் திட்டங்களிலும்,

$r^2 = x^2+y^2+z^2$ (1)

$r^2= x'^2+y'^2+z'^2$ (2) என்னும் சமன்களால் குறிக்கலாம்.

மின்கவுஸ்கியின் கருத்துப்படி, ι என்னும் நான்காம் பரிமாணமும் சேர்க்கப்படுகிறது. இங்கு ι என்பது காலத்தைப் பொறுத்தது. இதனை ι=ιct என்னும் சமனால் குறிக்கலாம். இங்கு 't' என்பது காலத்தையும், 'c' என்பது ஒளியின் திசைவேகத்தையும் குறிக்கும். மேலும் $\iota = \sqrt{-1}$ ஆகும். 't' என்பது நான்காம் பரிமாணமாகக் கருதப்படவில்லை. ஆனால் ιct நான்காம் பரிமாணமாகக் கருதப்படுகிறது என்பது இங்கு

முக்கியமாகக் கவனிக்க வேண்டியது. எனவே, நான்காம் பரிமாண முறையில் மேற்கூறிய சமன்களை

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2 + \iota^2 \quad (3)$$

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2 + \iota^2 \quad (4)$$

எனக் குறிக்கலாம்.

$\iota = \iota ct$, $\iota = \iota ct'$ ஆகையால்,

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2 \quad (5)$$

$$r^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2 - c^2t'^2 \quad (6)$$

இங்கு ι^2 அல்லது ι'^2 இவற்றின் மதிப்பு எப்போதும் எதிர் இனமாக (negative) அமையும். $(x^2 + y^2 + z^2)$ எப்போதும் நேர் இனம் (positive) கொண்டது. எனவே r^2ன் மதிப்பு சுழியாக (zero) ஆவதற்கு வாய்ப்புண்டு. ஆனால் முப்பரிமாண வெளியில் இந்நிலையைப் பெறவியலாது.

$-c^2t^2$ அல்லது $-c^2t'^2$ என்பதை நான்காம் பரிமாணத்தின் இருமடியாகக் (square) கொள்ளலாம் எனக் கூறினார் மின்கவுஸ்கி. நான்காம் பரிமாணமும் ஒரே குறியைக் கொண்டதாக இருக்க வேண்டுமெனின் $-c^2t^2$ என்பதை w^2 எனவும் $-c^2t'^2$ என்பதை w'^2 எனவும் கொள்ளலாம்.

எனவே,

$$r^2 = x^2+y^2+z^2+w^2 = x'^2+y'^2+z'^2+w'^2 \quad (7)$$

வெளியையும், காலத்தையும் இணைக்கும் இந்த நான்கு பரிமாணங்கள் 'மின்கவுஸ்கி உலகம்' (Minkowski world) அல்லது நான்கு பரிமாண வெளிக்காலத் தொடர்ச்சி எனப்படும். இந்த நான்கு பரிமாண அமைப்பில் ஒரு புள்ளி, உலகப்புள்ளி (world point) எனவும், ஒரு துகளின் இயக்கம் உலகக்கோடு (world line) எனவும் குறிக்கப்படுகின்றன. இவ்வமைப்பு, வெளியும் காலமும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பற்றவை என்னும் தவறான கருத்து நீங்கி, இயக்கப்பாதை காலத்தைப் பொறுத்து இருக்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது.

(x_1,y_1,z_1,w_1), (x_2,y_2,z_2,w_2) என்பன முறையே, நான்கு பரிமாண வெளியில் இரு புள்ளிகளின் ஆயக்கட்டத்தைக் குறிப்பதாகக் கொள்ளலாம். S என்பது இவ்விரு புள்ளிகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு எனக் கொண்டால்,

$$s^2 = (x_2-x_1)^2+(y_2-y_1)^2+(z_2-z_1)^2+(w_2-w_1)^2 \quad (8)$$

எனக் குறிக்கலாம். இச்சமனை,

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 + dw^2 \quad (9)$$

$$= dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2dt^2 \quad (10)$$ எனவும்

குறிப்பிடலாம். எனவே நீளத்தை அதாவது இரு புள்ளிகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவை, dx, dy, dz என்னும் முப்பரிமாணங்களை மட்டும் கொண்டு வரையறுக்காமல் ιcdt என்னும் நான்காம் பரிமாணத்தையும் கூடுதலாய்ச் சேர்த்து வரையறுக்க வேண்டும்.

மின்கவுஸ்கியின் 'உலகத்திசை வேகம்'. மின்கவுஸ்கி நான்கு பரிமாண திசைவேகத்திற்கு உலகத்திசை வேகம் (world velocity) எனவும், முடுக்கத்திற்கு உலக முடுக்கம் (world acceleration) எனவும் பெயர் சூட்டினார்.

u_1, u_2, u_3, u_4 என்பன முறையே நான்கு பரிமாண வெளிக்கால தொடர்ச்சியின் திசைவேகப் பகுதிகளைக் குறிப்பனவாகக் கொள்ளலாம். அவற்றைக் கீழ்க்காணும் சமன்களால் குறிக்கலாம்.

$$u_1 = \frac{dx}{dt'} = \frac{dx}{dt} \cdot \frac{dt}{dt'} = u_x \times \alpha \quad (11)$$
t'/t

$$u_2 = \frac{dy}{dt'} = \frac{dy}{dt} \cdot \frac{dt}{dt'} = u_y \times \alpha \quad (12)$$
t'/t

$$u_3 = \frac{dz}{dt'} = \frac{dz}{dt} \cdot \frac{dt}{dt'} = u_z \times \alpha \quad (13)$$
t'/t

$$u_4 = \frac{d\iota}{dt'} = \frac{d\iota}{dt} \cdot \frac{dt}{dt'} = (\iota ct) = \iota C \times \alpha \quad (14)$$
t'/t

இங்கு $\alpha = \frac{dt}{dt'} = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$ ஆகும். இங்கு v என்பது முப்பரிமாணத் திசைவேகம் ஆகும். மேற்கூறிய நான்கு பகுதிகளையும் ஒருங்கிணைத்தால் உலகத்திசைவேகம் கிடைக்கும். அதாவது,

$$u = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2}$$

$$= \sqrt{\alpha^2 (u_x^2 + u_y^2 + u_z^2 - c^2)}$$

ஆனால், $u_x^2 + u_y^2 + u_z^2 = v^2$

எனவே, $u = \sqrt{\alpha^2 (v^2 - c^2)}$

$$= \sqrt{\frac{(v^2 - c^2)}{1-v^2/c^2}}$$

அதாவது $u = \iota c$

எனவே நான்கு பரிமாண முறையில் $u = ic$ என்னும் ஒரேயோர் உலகத்திசைவேகமே உண்டு. இதை நான்கு திசைவேகம் (four velocity) என்பர். இது ஒரு மாறிலியாகும். இதன்படி, u_1, u_2, u_3 ஆகியவை எந்த மதிப்பைப் பெற்றிருந்தாலும், u_4 இன் மதிப்பு, இந்நான்கு திசைவேகங்களையும் ஒருங்கிணைத்தால் ic வரும்படி அமையும் என்பது இங்குக் குறிப்பிடத்தக்கது.

ஐன்ஸ்டீன், நான்கு பரிமாணக் கொள்கையைப் பயன்படுத்தி, ஈர்ப்பு விசைக் கொள்கையை விளக்கினார். பருப்பொருள், மின்கவுஸ்கியின் நான்கு பரிமாண உலகில் குலைவு (distortion) உண்டாக்குகிறது. ஈர்ப்புவிசை பருப்பொருளாய்த் தோன்றுகிறது. எனவே, ஈர்ப்பு விசையை நான்கு பரிமாண உலகில் தோன்றும் குலைவு எனக் கருதலாம்.

- மு. நா. சீனிவாசன்

துணைநூல். J.B. Rajam, *Atomic Physics*, S.chand & Co., New Delhi, 1984; N. Subramaniyam and Brij Lal, *Atomic and Nuclear Physics*, S. chand & Co., New Delhi, 1984; கோ. பாலசுப்பிரமணியன், *அணுக்கரு இயற்பியல்*, தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், 1977.

நான்கிணைய அம்மோனியம் உப்புகள்

இவற்றைக் கனிம அம்மோனியம் உப்புகளின் கரிம இணையாகக் கொள்ளலாம். கனிம அம்மோனியம் உப்புகளின் நான்கு ஹைட்ரஜன்களுக்குப் பதிலாக நான்கு கரிமத் தொகுதிகள் இவற்றில் பிணைக்கப்பட்டு உள்ளன. கரிமத் தொகுதிகள் அல்க்கைல் அல்லது அரைல் தொகுதிகளாகவோ, நைட்ரஜன் வளையச் சேர்மத்தின் ஒரு பகுதியாகவோ இருக்கலாம்.

அமீனில் ஹைட்ரஜனுக்குப் பதிலாக அல்க்கைல் தொகுதி இணைக்கப்படும் வினை அல்க்கைலேற்ற வினை எனப்படும். பொதுவான, ஓர் அமீனுடன் அல்கைலேற்றம் செய்யும் வினைப்பொருள்கள் தகுந்த வெப்பக் கரைப்பான்களின் முன்னிலையில் வினைப்படும் போது அல்கைலேற்ற வினையின் இறுதி நிலையில் நான்கிணைய அம்மோனியம் உப்புகள் பெறப்படுகின்றன.

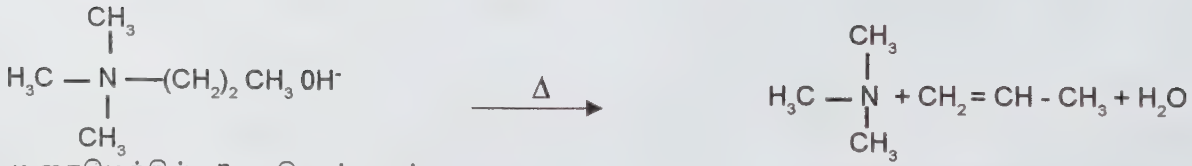
நான்கிணைய அம்மோனியம் உப்புகள் வெண்ணிறப் படிக வடிவமுடைய, முழுமையான நீரில் கரையக்கூடிய மிகையளவு அயனிப் பகுளிகளாகும். நான்கிணைய அம்மோனியம் ஹாலைடை வெற்றிடத்தில் மிகையாகச் சூடுபடுத்தும்போது மூவிணைய அமீனைக் கொடுக்கிறது.

$$(R_4N)^+X \;\text{--------------}> R_3N^+Rx$$

மேலும் இவை ஈர வெள்ளி ஆக்சைடு மற்றும் மெத்தனால் கலந்த பொட்டசியம் ஹைட்ராக்சைடு முன்னிலையில் நான்கிணைய அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடாக மாற்றப்படுகின்றன.

நான்கிணைய அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு வெண்ணிறப் படிகத் திண்மமாகும். சோடியம், பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு போன்று வீரியத் தன்மை கொண்ட காரமாகும். இதை மிகையாகச் சூடுபடுத்தும்போது சிதைந்து மூவிணைய அமீன், நீர், அல்க்கீன் ஆகியவற்றை உண்டாக்கும். இவ்வினை ஹாஃப்மேன் நீக்கவினை (Hoffmann elimination) எனப்படும்.

RNH_2 (ஓரிணைய அமீன்) —RX, ஆல்கைலேற்ற வினை→ R_2NH (ஈரிணைய அமீன்) —RX→ R_3N (மூவிணைய அமீன்) ------> R_4N^+X (நான்கிணைய அம்மோனியா உப்பு)



டிரைமெத்தில் n- புரொப்பைல் அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு → டிரைமெத்தில் அமீன்

மேற்கூறிய முறையில் நான்கிணைய அம்மோனிய உப்பு உண்டாதலும், அதன்பின் ஹாஃப்மேன் நீக்கவினை தொடர்தலுமான வினை நிகழ்ச்சி அல்கலாய்டு, ஹார்மோன் போன்ற நைட்ரஜனடங்கிய சில சிக்கலான மூலக்கூறுகளின் அமைப்பை வரையறுக்க உதவுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, ஓரிணைய, ஈரிணைய அல்லது மூவிணைய அமீன் தொகுதியுடைய சிக்கலான சேர்மம் முதலில் மிகையளவு மெத்தில் அயோடைடு, வெள்ளி ஆக்சைடுடன் வினைப்படுத்தப்பட்டு நான்கிணைய அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடாக மாற்றப்படுகிறது. இவ்வினை ஹாஃப்மேன் முழுமையான மெத்திலேற்ற வினை (Hoffmann exhaustive methylation) எனப்படுகிறது. பின் நான்கிணைய அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடைச் சூடுபடுத்தும்போது மூவிணைய அமீனும், அல்க்கீனும் உண்டாகின்றன. இந்த எளிய வினை விளைபொருள்களின் அமைப்பிலிருந்து, முதலில் எடுத்த சிக்கலான நைட்ரஜன் சேர்மத்தின் அமைப்பு வரையறுக்கப்படுகிறது.

நான்கிணைய அம்மோனிய உப்புகள் நுண்ணுயிர் கொல்லிகளாகவும், காளான் கொல்லிகளாகவும், பால்மமாக்கிகளாகவும், தாள் மென்மையாக்கிகளாகவும் (paper softeners), அரிப்புத் தடுப்பான்களாகவும் பயன்படுகின்றன.

- வி.ஜி. வசுதா

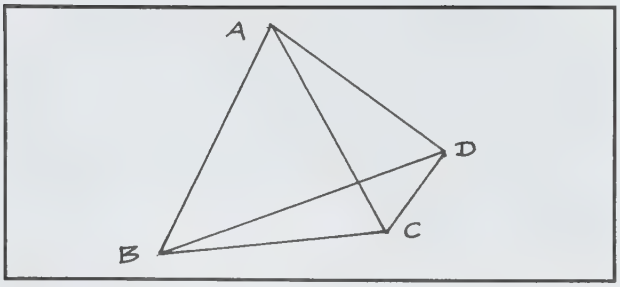
நான்கு சுழற்சி எந்திரம்

காண்க : உட்கனல் பொறி

நான்முகத்தகம்

நான்கு முகங்களுடைய ஒரு பன்முகம் (polyhedron) நான்முகத்தகம் (tetrahedron))எனப்படும். முகங்கள் முக்கோண வடிவில் அமைந்திருக்கும். இரண்டிரண்டு முகங்களின் வெட்டுப் பகுதிகள் விளிம்புகள் (edges) எனவும், மூன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட விளிம்புகள் ஒன்று சேரும்புள்ளி உச்சி (vertex) எனவும் குறிக்கப்படும்.

நான்முகத்தின் முக்கோணங்கள் சமபக்க முக்கோணங்களாக (equilateral triangles) அமையுமானால், நான்முகம் ஓர் ஒழுங்கு நான்முகம் எனப்படும்.



- பங்கஜம் கணேசன்

நாஸ்கபின்

அபின் அல்கலாய்டுகளில் ஃபீனாந்த்ரீன், பென்சைல் ஐசோகுய்னோலின் எனும் இருவகை வேதி அமைப்புகள் உள்ளன. ஃபீனாந்த்ரீன் அமைப்புடைய மார்ஃபீன், கொடீன், தீபைன் ஆகியவற்றில் முதலிரண்டும் வலி நீக்கிகளாகவும், மூன்றாவதான தீபைன் மைய நரம்பு மண்டலத் தூண்டியாகவும் வினைபுரிகின்றன. பெப்பாவெரின் (சுளுக்கு எதிர் மருந்து), நாஸ்கபின் (இருமல் எதிர்மருந்து) ஆகியன பென்சைல் ஐசோகுய்னோலின் அமைப்பில் காணப்படுபவை.

நாஸ்கபின், பின் விளைவுகளை உண்டாக்குவது இல்லை. இதன் அலகு, 15-30 மி.கி. / 4-6 மணி நேரத்திற்கு ஒரு முறையாகும்.

- அ. கதிரேசன்

நிக்கல்

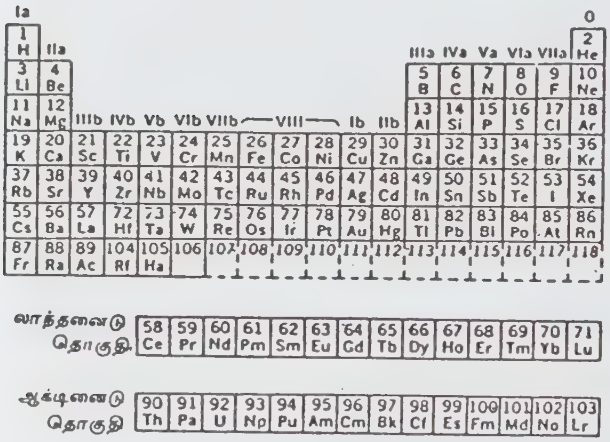
இவ்வுலோகத்தின் அணு எண் 28; அணு நிறை 58, 69; குறியீடு Ni; இணைதிறன் எண் 2. இதன் எலெக்ட்ரான் அமைப்பு வருமாறு 2,8,16,2. நிக்கல் தனிமமாகத் தனித்து இயற்கையில் கிடைப்பதில்லை. பெரும்பாலும், கந்தகம், ஆர்செனிக், ஆண்டிமனி ஆகியவற்றுடன் சேர்ந்தே இதன் தாதுக்கள் காணப்படுகின்றன. புவி மேலோட்டில் 3% நிக்கல் இருக்கலாம் எனக் கருதப்படுகிறது. நிக்கலை மிகையளவில் பெற்றிருக்கும் தாதுக்களாகப் பென்டலன்டைட் (pentlandite), கார்னிரைட் (garnierite), நிக்கல் கிளான்ஸ், லின்னைட் ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

இயற்கையில் கிடைக்கும் கனிமத்தை நன்கு தூளாக்கி நீர், பைன் எண்ணெய், அமைல் ஆல்கஹால் ஆகியவற்றுடன் ஒரு பெரிய தொட்டியில் கலந்து மிகை அழுத்தத்திலான காற்றை அத்தொட்டிக்குள்

செலுத்துகின்றனர். அவ்வாறு செய்வதால் உண்டாகும் நுரையுடன் கனிமத்தின் உலோக சல்ஃபைடுகள் மிதக்கின்றன. மண் போன்ற மாசுப் பொருள்கள் தொட்டியின் கீழே படிகின்றன. நுரையுடனுள்ள உலோகப் பகுதியை நீக்கி ஓர் உலையில் உலர்த்துவதன் மூலம் அடர்வுமிக்க கனிமப் பகுதி தனியே பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

அடர்விக்கப்பட்ட கனிமத்தை ஓர் உலையில், அதிக காற்றின் முன்னிலையில் வறுக்கின்றனர். கனிமத்திலுள்ள மாசுகளான ஆர்செனிக்கும் மிகையான சல்ஃபைடும் ஆக்சைடுகளாக மாறுகின்றன.

கனிமத்திலுள்ள கரிமப் பொருள்களும் நீரும் நீக்கப்படுகின்றன. இரும்பு சல்ஃபைடு ஓரளவுக்கு ஆக்சைடாக மாறுகிறது. ஆனால், நிக்கல் சல்ஃபைடும், காப்பர் சல்ஃபைடும் மாறுதலடைவதில்லை.



வறுக்கப்பட்ட தாதுப் பொருள்களுடன் சுட்ட கரித்தூள், சுண்ணாம்புத் தூள், சிலிக்கா ஆகியவற்றைக் கலந்து உருவான கலவையை ஒரு சிறிய ஊது உலையில் உருக்கிப் பிரித்தல் (smelting) நிகழ்ச்சிக்குட் படுத்துகின்றனர். சுண்ணாம்புக்கல், சிலிக்கா (இளக்கி) போன்றவை உலையிலுண்டாகும் உலோகக் கசடை எளிதில் உருகும் நிலையையடையச் செய்கின்றன. தகுந்தளவில் காற்றை ஊது உலையில் செலுத்துவதன் மூலம் இரும்பு சல்ஃபைடு முழுவதையும், இரும்பு ஆக்சைடாக மாறும்படிச் செய்கின்றனர். இவ்வினையில் உண்டான இரும்பு ஆக்சைடு, சிலிக்காவுடன் சேர்ந்து ஃபெர்ரஸ் சிலிக்கேட்டாக மாறுகிறது.

அதே சமயத்தில் கால்சியம் கார்போனேட், கால்சியம் ஆக்சைடாக மாறுகிறது. கால்சியம் ஆக்சைடு சிலிக்காவுடன் கூடி, கால்சியம் சிலிக்கேட் என்னும் பொருளை நீர்ம நிலையில் உண்டாக்குகிறது. இதில் கால்சியம் சிலிக்கேட்டும், ஃபெர்ரஸ் சிலிக்கேட்டும் ஒன்றுகூடி உலோகக் கசடுப்பொருளாக மாறுகின்றன. ஊது உலையின் வெப்பநிலையில் நிக்கல் சல்ஃபைடும் காப்பர் சல்ஃபைடும் உருகி ஒரு நீர்மக் கலவையாக மாறுகின்றன.

ஊது உலையிலிருந்து வெளியில் எடுக்கும்போது உலோகக் கசடை முதலில் வெளியேறச் செய்து, பின்பு மேற்கூறிய சல்ஃபைடு கலவையை வெளியேற்றுகின்றனர். இக்கலவையில் சிறிதளவு இரும்பு சல்ஃபைடு கலந்திருக்கும். இதற்கு மட்டி (matte) என்று பெயர்.

நீர்ம நிலையிலுள்ள மட்டியைக் காரப்பூச்சுள்ள ஒரு பெசிமர் உலைக்கு மாற்றுகின்றனர். மட்டியுடன் மேலும் சிறிது சிலிக்காவைக் கலந்து உலையில் காற்றைச் செலுத்துகின்றனர். இந்த உலையில் இரும்பு சல்ஃபைடு வினையுற்று ஆக்சைடாக மாறுகிறது. இந்த இரும்பு ஆக்சைடு சிலிக்காவுடன் வினைபுரிந்து ஃபெரஸ் சிலிக்கேட் உலோகக் கசடை உண்டாக்குகிறது.

பின்னர் பெசிமர் உலையிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் கலவையிலிருந்து மட்டியை மட்டும் பிரித்தெடுக்கின்றனர். இம்மட்டி நிக்கல் சல்ஃபைடும், காப்பர் சல்ஃபைடும் கலந்த கலவையாக இருக்கும். மட்டியிலிருந்து நிக்கலைப் பல வழி முறைகளில் பிரித்தெடுக்கின்றனர்.

மாண்ட் முறை (Mond's process). இம்முறையில் மட்டியிலுள்ள நிக்கல் காப்பர் டை சல்ஃபைடை ஓர் உலையில் காற்றின் முன்னிலையில் வறுக்கின்றனர். இதனால் சல்ஃபைடுகள் ஆக்சைடுகளாக மாறுகின்றன. இவ்வாறு கிடைக்கும் நிக்கல் ஆக்சைடு, காப்பர் ஆக்சைடு கலவையுடன் சூடான, நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தைக் கலக்கின்றனர். காப்பர் ஆக்சைடு அமிலத்தில் கலந்து காப்பர் சல்ஃபேட்டாக மாறுகிறது. ஆனால் நிக்கல் ஆக்சைடு கரையாமலிருக்கிறது.

கரையாமல் தங்கியுள்ள நிக்கல் ஆக்சைடைப் பிரித்து, கழுவி, உலர்த்துகின்றனர். காப்பர் சல்ஃபேட் கரைசலை அடர்த்தியாக்கிக் காப்பர் சல்ஃபேட் படிகங்களை ஒரு துணைப் பொருளாகப் பெறுகின்றனர். இவ்விதம் உலர்த்தப்பட்ட நிக்கல் ஆக்சைடு துகள்களுடன் மிகச் சிறியளவில் காப்பர் ஆக்சைடு கலந்திருக்கலாம். ஆக்சைடு துகள்களை ஓர் ஒடுக்கும் நெடிதுயர் உலை வழியே, மேல் அடுக்குகளிலுள்ள தட்டுகளிலிருந்து

படிப்படியாக அமைக்கப்பட்டுள்ள கீழ் அடுக்குகளில் உள்ள தட்டுகளுக்குச் செலுத்துகின்றனர்.

உலையின் கீழிருந்து நீர் வளிமத்தை ($CO+H_2$) மேல்நோக்கிச் செல்லுமாறு செலுத்துகின்றனர். உலையின் மேல் பகுதியை 300°C க்குச் சூடுபடுத்தியும் கீழ்ப் பகுதியை நீர்க் குழாய்களினால் குளிர்வித்தும் வினை நிகழச் செய்கின்றனர். இந்நிலையில் நிக்கல் ஆக்சைடு, நீர் வளிமத்தால் நிக்கலாக ஒடுக்கப்படுகிறது.

நிக்கல் உலோகத் துகள்கள் பிற மாசுப் பொருள்களுடன் உலையின் கீழ்ப்பகுதியில் வெளிவரும். உலையின் கீழிருந்து CO வளிமத்தை 50-80°C வெப்பநிலையில் மேல்நோக்கிச் செலுத்துகின்றனர்.

இச்சூழ்நிலையில் நிக்கல் உலோகத் துகள்கள் மட்டும் வினைபுரிந்து நிக்கல் கார்போனைலாக மாறும்.

$$Ni + 4Co \xrightarrow{60^{\circ}C} Ni(Co)_4$$

நிக்கல் கார்போனைல் 60°C வெப்பநிலையில் எளிதில் ஆவி நிலையில் உலையினின்றும் வெளியேறி சிதைவுறும் பகுதிக்குச் செல்கிறது. சிதைக்கும் உலைப் பகுதியில் (decomposing tower) பல தட்டுகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு தட்டிலும் பல நுண்ணிய துளைகள் உள்ளன. இத்தட்டுகளில் சிறிய நிக்கல் உலோக ரவைகளைப் பரப்பி, உலையின் கீழ் வழியாக நிக்கல் கார்போனைல் வளிமக் கலவையை மேல்நோக்கிச் செலுத்துகின்றனர். உலையை ஏறத்தாழ 180°C வெப்பநிலையில் நிக்கல் கார்போனைல் சிதைத்து நிக்கல் உண்டாகிறது.

$$Ni + (Co)_4 \xrightarrow{180^{\circ}C} Ni + 4Co$$

இவ்வாறு உண்டான நிக்கல் ஏற்கனவே தட்டுகளிலுள்ள நிக்கல் ரவைகளின் மீது படியும். ரவைகளின் அளவு பெரிதானவுடன் அவற்றை வெளியில் எடுக்கின்றனர். மற்றொரு விளைபொருளாக உண்டாகும் கார்பன் மோனோக்சைடு உலையை விட்டு வெளியேறும். இதைச் குளிரச் செய்து மீண்டும் பயன்படுத்துகின்றனர்.

ஆர்ஃபோர்டு முறை எனும் மற்றொரு வழிமுறையும் நிக்கலைப் பிரித்தெடுத்தலில் பயன்படுகிறது.

மாண்ட், ஆர்ஃபோர்டு போன்ற முறைகளில் பிரித்தெடுக்கப்படும் நிக்கல் தூய்மையாக இருப்பதில்லை. நிக்கலைத் தூய்மைப்படுத்த மின்பகுப்பு முறை கையாளப்படுகிறது. மாசுள்ள நிக்கல் உலோகக் கட்டிகளை நேர்மின்முனையாகவும், தூய நிக்கல் தகட்டை எதிர்மின்முனையாகவும் அமைக்கின்றனர். நிக்கல் அம்மோனியம் சல்ஃபேட்டின் தெவிட்டிய (saturated) கரைசலை மின் பகுப்புக் கரைசலாக எடுத்துக் கொள்கின்றனர். 50°C வெப்பநிலையில் மின்சாரம் செலுத்தப்படும்போது தூய நிக்கல் எதிர்மின்முனையில் படிகிறது. நேர்மின்முனையின் அடியில் நேர்மின்முனைச் சேறு எனப்படும் கசடு படியும்.

வெள்ளி போன்ற வெண்மையான மிகப் பளபளப்பான நிக்கல் உலோகம் எளிதில் மெருகேறக்கூடியது. மிகவும் கடினமானது. இதனைக் கம்பிகளாக நீட்டவும், தகடுகளாக அடிக்கவும் முடியும். இதன் உருகுநிலை 450°C. இதன் கொதிநிலை 2735°C. இதன் அடர்த்தி 8.9°C. வெப்பம், மின்சாரம் இவற்றைக் கடத்தக் கூடியது. சாதாரண வெப்பநிலையில் நிக்கல் 340°C இல் காந்த ஆற்றலை இழக்கிறது.

நிக்கல் துகள்கள் வளிமங்களை உட்கவரும் (occulsion) பண்பைப் பெற்றுள்ளன. சாதாரண வெப்பநிலையில் 1 கன அளவு நிக்கல் துகள்கள் 17 கனஅளவிலான ஹைட்ரஜனை உறிஞ்சும் தன்மை பெற்றுள்ளமையால் வனஸ்பதி தயாரிப்பதில் இது ஹைட்ரஜனேற்றக் காரணியாகப் பயன்படுகிறது.

நிக்கல் சாதாரண வெப்பநிலையில் காற்று, நீர், நீராவி ஆகியவற்றால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. காற்றுடன் வெப்பப்படுத்தினால் ஆக்சைடாக கரைகிறது.

நிக்கல் உலோகம் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம், சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் ஆகியவற்றுடன் வினையுறுவதில்லை. நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வினையுற்றுக் கரைகிறது.

நிக்கல் அடர் நைட்ரிக் அமிலத்துடன் தொடர்பு அடைந்தவுடன் செயலறுநிலையை (passivity) அடைகிறது. காரக் கரைசல்களுடன் வினையுறுவது இல்லை. சூடேற்றிய நிக்கல் மீது குளோரின் வளிமத்தைச் செலுத்தினால் நிக்கல் குளோரைடு உண்டாகிறது.

நிக்கல், மாறுபடும் இணைதிறனைப் (variable valency) பெற்றுள்ள உலோகமாகும். எளிய சேர்மங்களுடன் பலவகை அணைவுச் (complex) சேர்மங்களையும் இது கொடுக்கவல்லது.

இது மூசை, குழாய், ஆய்வகக் கருவி, புடக்குகை, இடுக்கி, கரண்டி, அழகுபொருள் ஆகியவற்றைச் செய்யப் பயன்படுகிறது. நிக்கல் ஒரு பளபளப்பான உலோகமானதால் இது பெருமளவில் மின்முலாம் பூசுவதற்குப் பயன்படுகிறது. நிக்கல் உலோகத் துகள்கள், வனஸ்பதி தயாரிக்கும் தொழிலில் ஹைட்ரஜ னேற்றத்திற்கு ஒரு சிறந்த வினைவேகமாற்றியாகப் பயன்படுகின்றன. வெள்ளைத் தங்கம் எனப்படும் (Au-Ni) உலோகக் கலவை நகைகள் செய்வதற்குப் பயன்படுகிறது.

நிக்கலின் உலோகக் கலவைகள்

உலோகக் கலவையின் பெயர்	இயைபு சதவீதம்	பயன்கள்
நிக்கல் எஃகு (nickel steell)	Fe - 95%	போர்க்கருவி
	Ni - 4%	மோட்டார் சைக்கிள்
	ஏனைய உலோகங்கள் 1%	எந்திர உறுப்பு
நைக்குரோம் (nichrome)	Ni - 60% Cr-15%	மின் அடுப்பு
	Fe - 25%	இஸ்திரிப் பெட்டி
குப்ரோ நிக்கல் (cupro nickel)	Ni - 20%	புல்லட் கவசம்
	Fe - 60% Cu 10%	
	ஏனைய உலோகங்கள்10%	போர்த் தளவாடம்
துரு ஏறா எஃகு	Ni - 10 - 20%	பாத்திரம், கலன்
	Fe - 70 - 80%	
	ஏனைய உலோகங்கள் 10%	
	Ni - 35%, Fe- 60%	
இன்வார் (invar)	ஏனைய உலோகங்கள் 5%	ஊசல், கடிகாரப்பகுதி
பெர்மலாய் (permalloy)	Ni - 21% Fe - 78%	நீண்ட தொலைவு போக்குவரத்துச் செய்தி அனுப்பும் கம்பி
	ஏனைய உலோகங்கள் 1%	
ஜெர்மன் வெள்ளி	Cu - 50%, Ni - 25%	ஆடம்பரப்பொருள்
	Zn - 25%	
மோனல் உலோகம் (monel metal)	Ni - 25%, Cu - 75%	நாணயம்
பிளாடீனைட் கம்பி	Ni - 46%, Fe - 54% C - 0.15%	கண்ணாடியினுள் நுழைக்கும் கம்பி, மின்விளக்குகளில் பயன்படும் கம்பி.
கான்ஸ்டேன்டன் (constantan)	Ni - 40%, Cu - 60%	வெப்பந்தாங்கிச் சுருள்

நிக்கலின் இணைதிறனும் அதற்குரிய சில சேர்மங்களும் அணைவுகளும்

இணைதிறன்	சேர்மங்கள்	அணைவுச் சேர்மங்கள்
O	K_4 [Ni (CN)$_4$]	IV
I	K_2 [Ni (CN)$_3$], NiCN	K_2 [Ni (CN)$_4$]
III	Nio, Ni_2O_3, Ni $(OH)_2$,	K_2 (Niox$_2$), $6H_2O$
	Nis, Nis$_2$, Ni_3S_2,	[Ni $(NH_3)_6$] Cl_2
	Nix$_2$ (x = F, Cl, Br, I)	K_2 NiF_6

ஈரிணை நிக்கல் சேர்மங்கள்

நிக்கல், ஈரிணையுடைய சேர்மங்களில் பெருவாரியாகக் காணப்படுகிறது. இந்நிலையில் பல நிலையான சேர்மங்கள் இருக்கின்றன. படிக நீருடை நிக்கல் சேர்மங்கள் பச்சை நிறத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. நீரற்ற நிக்கல் சேர்மங்கள் பெரும்பாலும் மஞ்சளாகக் காணப்படுகின்றன. ஆனால், இதன் உப்புக் கரைசல்கள் எப்போதும் பச்சையாகவே இருக்கின்றன. $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ அயனி பச்சை நிறமுடையது. நிக்கலுடன் சேரும் நேர்மின் அயனிகளின் முனைவு கொள்திறனைப் (polarisability) பொறுத்து, அதன் சேர்மங்கள் நிறத்தைப் பெறுகின்றன. நிக்கல் புரோமைடு மஞ்சளாகவும், தயோ சயனேட் பழுப்பாகவும், அயோடைடு கருமையாகவும் காணப்படுகின்றன.

நிக்கல் ஆக்சைடு (NiO). நிக்கல் ஹைட்ராக்சைடு அல்லது கார்போனேட்டைக் காற்றில்லாமல் சூடு செய்தால் பச்சை நிற NiO கிடைக்கிறது. நிக்கல் நைட்ரேட்டை வெப்பமுறச் செய்தும் இதனைப் பெறலாம். இது சூடு செய்யும்போது மஞ்சள் நிறத்தைப் பெறுகிறது. அமிலங்களில் கரைந்து சேர்மங்களைத் தருகிறது.

நிக்கல் ஹைட்ராக்சைடு ($Ni(OH)_2$). நிக்கல் உப்புக் கரைசல்களுடன் கார ஹைட்ராக்சைடு கரைசல்களைச் சேர்த்தால் ஆப்பிள் பச்சைநிற நிக்கல் ஹைட்ராக்சைடு பெறப்படுகிறது.

நிக்கல் ஹைட்ராக்சைடு காற்றில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைவதில்லை. இது அமிலங்களில் கரைந்து உப்புகளையும், அம்மோனியாவில் கரைந்து ஆழ்ந்த நீலநிற $[(Ni(NH_3)6](OH)_2$ அணைவையும் தருகிறது.

நிக்கல் சல்ஃபைடு (Nis). நிக்கல் உப்பின் அம்மோனியா கரைசலினுள் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடைச் செலுத்தினால் கருநிற வீழ்படிவாகக் கிடைக்கிறது. இது அமிலங்களில் கரைவதில்லை. ஆனால் ராஜ திராவகத்தில் கரையும்.

நிக்கல் ஹாலைடு (Nix_2). நிக்கல் கார்போனேட் அல்லது ஆக்சைடை நீர்த்த ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தினால் நிக்கல் குளோரைடு ஹெக்சா ஹைட்ரேட் ($NiCl_2 . 6H_2O$) உண்டாகிறது.

இது ஒளிர்மிகு பச்சை நிறத்தையும், இதன் நீரற்ற உப்பு மஞ்சள் நிறத்தையும் பெற்றிருக்கும். இது அம்மோனியாவுடன் சேர்ந்து அம்மைன் அணைவைத் தருகிறது. இதை மின்பகு பொருளாகக் கொண்டால் குறைந்த மின்னாற்றலே போதுமானதாக இருப்பதால், மின்முலாம் பூசுவதற்கு நிக்கல் சல்ஃபேட்டைவிட இதுவே பெரிதும் பயனாகிறது.

நிக்கல் புரோமைடு இரண்டு நீர் மூலக்கூறுகளுடன் ($Ni Br_2 . 2H_2O$) மஞ்சள் கலந்த பச்சை நிற ஊசி வடிவமான படிகங்களாகக் கிடைக்கிறது. இது நீர்க்கும் தன்மையுடையது. நீர் ஈதர், ஆல்கஹால், நீர்த்த அம்மோனியா ஆகிய கரைப்பான்களில் கரைகிறது.

$$NiBr_2 + 6NH_3 \dashrightarrow [Ni(NH_3)_6]Br_2$$

நிக்கல் அயோடைடு ஹெக்சாஹைட்ரேட் ($Ni I_2 . 6H_2O$) கருமை நிறமுடையது. இதன் நீர்த்த கரைசல் அயோடினைப் பெருமளவில் கரைத்து, நிக்கல் பல்படி அயோடைடுகளைத் தருகிறது.

நிக்கல் நைட்ரேட் ($Ni(No_3)_2 . 6H_2O$). நிக்கல் உலோகம் அல்லது நிக்கல் ஆக்சைடை நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைத்து இவ்வுப்பைப் பெறலாம். இது நன்றாக நீர்க்கும் பச்சைநிறப் படிக வடிவமான சேர்மம். இதைச் சூடு செய்தால் நிக்கல் ஆக்சைடு, நைட்ரஜன் டை ஆக்சைடு, ஆக்சிஜன் ஆகியவை கிடைக்கின்றன.

இந்நீருடன் உப்பை N_2O_5 உடன் வினைப்படுத்துவதன் மூலம் நீரற்ற உப்பைப் பெறலாம். நிக்கல் நைட்ரேட் மெர்குரிக் சயனைடுடன் சேர்ந்து இரட்டை உப்புகளை உண்டாக்குகிறது.

நிக்கல் கார்பனேட் ($NiCo_3$). கார்பன் டைஆக்சைடை $KHCo_3$ கரைசலினுள் தெவிட்டிய வரை செலுத்தி, பின் கரைசலை நிக்கல் II குளோரைடு அல்லது சல்ஃபேட் கரைசலுடன் வினைப்படுத்தினால் பச்சை நிற நிக்கல் கார்போனேட் உண்டாகிறது. பைகார்போனேட்டிற்குப் பதில் $Na_2 Co_3$ பயன்படுத்தினால் நிக்கல் கார கார்போனேட் கிடைக்கிறது. இது பீங்கான் தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது.

நிக்கல் சல்ஃபைட் ($SiSo4 . 7H_2O$). நிக்கல் ஆக்சைடு அல்லது கார்போனேட்டை நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தில் கரைத்து இது தயாரிக்கப்படுகிறது. நிக்கல் நைட்ரேட்டை அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடன் சூடு செய்வதன் மூலமும் இதைப் பெறலாம். இது $Mg So_4$, $7H_2O$, $FeSo_4$, $7H_2O$ ஆகிய உப்புகளுடன் ஒத்த வடிவுடையதாக இருக்கிறது. இது நீலம் கலந்த பச்சை நிறமுடையது. 31.5°C க்கு மிகையான வெப்பநிலைகளில் கரைசலிலிருந்து படிகமாக மாறும்போது ஹெக்சா ஹைட்ரேட்டாகக் ($Ni So_4, 6H_2O$) கிடைக்கிறது.

இது மின்முலாம் பூசப் பயன்படுகிறது. நிக்கல் சல்ஃபேட் அம்மோனியம் சல்ஃபேட்டுடன் நிக்கல் அம்மோனியம் இரட்டை சல்பேட் ($NiSo_4 (NH_4)_2 So_4 . 6 H_2O$) உப்பைத் தருகிறது. நிக்கல் மின்முலாம் பூசுவதில் இது மிகவும் பயன்படுகிறது. நீரற்ற நிக்கல் சல்ஃபேட்டை அடர் அம்மோனியா கரைசலில் கரைத்தால் ($Ni (NH_3)_4 SO_4 . 2H_2O$) உண்டாகிறது. இதனால் கரைசல் கருநீல நிறமாகக் காணப்படும்.

நிக்கல் சல்ஃபேட் சாயத் தொழிற்சாலையில் நிறம் ஊன்றியாகப் பயன்படுகிறது. இது சாயங்கள், வார்னீஷ் தயாரிக்கவும் அச்சுத் தொழிற்சாலைகளிலும் பயன்படுகிறது.

நிக்கல் ஃபார்மேட் ($Ni (HCOO)_2 . 2H_2O$). நிக்கல் சல்ஃபேட்டைச் சோடியம் ஃபார்மேட்டுடன் இரட்டைச் சிதைவுக்கு உட்படுத்தி இது தயாரிக்கப்படுகிறது. நிக்கல் வேகமாற்றியைத் தயாரிக்க இது பெரிதும் பயன்படுகிறது.

$$(Ni SO_4 + 2HCOONa \longrightarrow (HCOO)_2 Ni + Na_2SO_4$$

நிக்கல் IV ஆக்சைடு (NiO_2). நிக்கல் உப்புக் கரைசலைச் சோடியம் ஹைப்போகுளோரைட் கரைசலுடன் வினைப்படுத்தினால், கருமையான நீருடை NiO_2 உண்டாகிறது. இது மாங்கனீஸ் டைஆக்சைடு போல ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்திலிருந்து குளோரினை விலக்குகிறது.

மேலும் நிக்கலோநிக்கலிக் ஆக்சைடு (Ni_3O_4) செஸ்க்கியூ ஆக்சைடு $Ni_2 O_3$ ஆகியவற்றையும் நிக்கல் தருகிறது. நிக்கல் ஆக்சைடை மின் உலையில் பேரியம் கார்போனேட்டுடன் சூடு செய்தால், பேரியம் நிக்கலைட் ($BaO. 2NiO_2$) கிடைக்கிறது.

நிக்கல் கார்போனைல் ($Ni (CO)_4$). கார்பன் மோனோக்சைடு வளிமத்தை 50-60°C வெப்பநிலையில் நிக்கலுடன் வினைபுரியச் செய்வதன் மூலம் இதனைப் பெறலாம்.

$$Ni + 4CO \longrightarrow Ni (CO)_4$$

இது ஒரு நச்சு நீர்மம். இதன் கொதிநிலை 43°C. இதை 180°C க்குச் சூடுபடுத்தும்போது சிதைந்து நிக்கலாகவும் கார்பன் மோனாக்சைடு வளிமமாகவும் மாறுகிறது.

நிக்கல் கார்போனைல் குளோரின், உலர்ந்த ஹைட்ரஜன் அயோடைடு ஆகியவற்றுடன் வினைபுரிந்து உப்பைக் கொடுக்கிறது.

நிக்கல் அணைவுகள். அணைவுகளைத் தரும் தன்மை இடைநிலைத் தனிமங்களுக்கே உரித்தான பண்பாகும். எனவே நிக்கலும் அணைவுச் சேர்மங்களைத் தருகிறது.

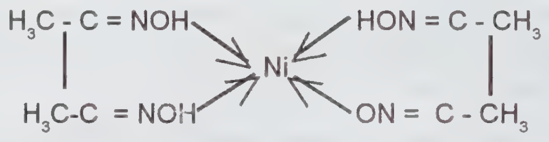
எண்முக அணைவுகள் :$(Ni (H_2O)_6)^{2+}$ $(Ni (NH_3)_6)^{2+}$

பச்சை நீலம்

சதுர தள அணைவுகள் (square planar complexes). இவை பெரும்பாலும் மஞ்சள், ஆரஞ்சு, சிவப்பு நிறங்களையும் காந்த ஈர்ப்பு ஆற்றலையும் பெற்றுள்ளன.

எ.டு: $(N_1 (Cn)_4^{2-}$ நிக்கலின் பென்சைல், மெத்தில் கிளையாக்சைம் அணைவு ஒருபுற (cis) எதிர்ப்புற (trans) என்னும் இருவகைச் சேர்மங்களாகக் காணப்படும். இவை சதுரதள அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன.

நான்முக அணைவுகள் ($Ni (CO)_4$). (நிக்கல் டெட்ராகார்போனைல்) இது காந்த விலக்க ஆற்றலுடையது. நிக்கல் டைமெத்தில் கிளையாக்சைம் α - டைமெத்தில் கிளையாக்சையுமுடன் நடுநிலை அல்லது காரச் சூழலில் நிக்கல் உப்புக் கரைசலைச் நிக்கலை வீழ்படிவாகப் பெறுவதற்கு மேற்காணும் காரணியைவிட α - டைஃபீனைல் கிளையாக்சைம் சிறந்தது.



பண்பறி பகுப்பு. நிக்கல் உப்புகள் அம்மோனியாச் சூழலில் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடுடன் கருமை நிற வீழ்படிவைத் தருகின்றன.

0.01 மி.கி. நிக்கல் கரைசலிலிருந்தாலும் அதில் மேற்காணுமாறு டைமெத்தில் கிளையாக்சைமைச் சேர்த்தால் சிவப்பு வீழ்படிவு கிடைக்கும். நிக்கலுடன் கோபால்ட் சேர்ந்திருந்தாலும் இந்த ஆய்வு மூலம் நிக்கலைக் கண்டறிய முடியும்.

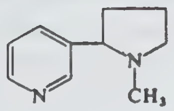
எடையறி பகுப்பு. நிக்கலை, நிக்கல் டைமெத்தில் கிளையாக்சைம் வீழ்படிவாகச் செய்து 120°C இல் உலர்த்தி, பின் எடையறியலாம். கிடைக்கும் அணைவைச் சூடாக்கி NiO ஆக மாற்றியும் எடையறியலாம்.

- வை. சின்னுசாமி

நிக்கோட்டின்

புகையிலைச் செடியின் உலர்ந்த இலைகளிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் நீர்ம அல்கலாய்டு நிக்கோட்டின் ஆகும். இது நிக்கோட்டியனா டபாக்கம், நிக்கோட்டியனா ருஸ்டிகா ஆகிய தாவரங்களில் 2-8% எனும் அளவில் சிட்ரேட்டாகவும், மாலேட்டாகவும் உள்ளது. இதன் வேதிப்பெயர் (S) - 3 - (1-மெத்தில் -2-பிரோலிடினின்) பிரிடின்; இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு $C_{10}H_{14}N_2$. இது நிறமற்றது. காற்றிலுள்ள ஈரத்தை விரைவாக உறிஞ்சிக் கரும்பழுப்பு நிறமாக மாறும் இயல்புடையது; புகையிலையின் மணமுடையது. நாக்கில் பட்டால் எரியும் தன்மையுடன்கூடிய கசப்புணர்வு கொண்டது. வளிமண்டலக் காற்றழுத்தத்தில் இதனைக் காய்ச்சி வடிக்கும்போது மெதுவாகச் சிதைவடைகிறது. ஆனால், காற்றில்லாச் சூழலில் சிதைவடையாமல் காய்ச்சி வடிக்கலாம். 15-20 மி.மீ. அழுத்தத்தில் இதன் கொதிநிலை 123-125°C ; 20°C வெப்பநிலையில் இதன் அடர்த்தி 1.0097. இது நீரில் ஓரளவு கரையும். கனிம அமிலங்களுடன் சேர்ந்து உப்புகளை உண்டாக்கும். இதன் ஹைட்ரோகுளோரைடு, ஹைட்ரோ அயோடைடு, சல்ஃபேட் உப்புகள் நீரில் எளிதில் கரையும். வேளாண்மையில் பூச்சி கொல்லியாக இது பயன்படுகிறது.

நிக்கோட்டின் நச்சுத்தன்மை மிகுந்தது. இதன் நச்சு அறிகுறிகளில் குமட்டல், வாந்தி, மனநிலைக் குழப்பம், வலிப்பு ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கன. இது தோல் வழியேயும், சளிச்சவ்வு வழியேயும் எளிதில் ஊடுருவும் தன்மை பெற்றுள்ளமையால் தோல் மீது படாதவாறு இதைக் கையாள வேண்டும். வாய்வழியே உட்கொள்ளும்போது மரணத்தை விளைவிக்கக்கூடிய அளவு 50-60 மி.கி / உடல் எடை ஆகும்.



நிக்கோட்டினிக் அமிலம், நிக்கோட்டினமைடு (வைட்டமின் Bஇன்ஒருகூறு) ஆகியன நிக்கோட்டினிலிருந்து பெறப்படுபவை அல்ல. தொடக்கத்தில் இந்த அல்கலாய்டு சிதைத்துப் பெறப்பட்டாலும் தற்காலத்தில் செயற்கைத் தொகுப்பு முறையிலேயே பெறப்படுகிறது.

- த. தெய்வீகன்

நிக்கோட்டினிக் அமிலம்

நிக்கோட்டினிக் அமிலமும், நிகோட்டினமைடும் நியாசின் என்னும் பொதுப் பெயரில் குறிக்கப்படுகிறது. உடலில் நிகோட்டினின் அமிலம், மிக விரைவிலேயே நிகோட்டினமைடாக மாற்றப்படுகிறது. நிகோட்டினிக் அமிலம் போலன்றி நிகோட்டினமைடு குருதி நாள விரிவையும், முகசிலிர்ப்பையும் உண்டாக்குவதில்லை. திசுவின் மூச்சுவிடலுக்குத் தேவையான சில நியூக்ளியோடைடுகளின் தொகுப்பிற்கு, நியாசின் தேவைப்படுகிறது.

இன்றியமையா அமினோ அமிலங்களில் ஒன்றான டிரிப்டோஃபேனிலிருந்து நியாசின் உருவாகிறது. 60 மி.கி. டிரிப்டோஃபேனும், 1 மி.கி. நியாசினும் சமமாகும். இந்த மாற்றத்திற்குப் பைரிடாக்சின் ரிபோஃபிளேவின், தயமின் ஆகியன தேவைப்படுகின்றன.

நிகோட்டினிக் அமிலமும், டிரிப்டோஃபேனும் உடலில் குறைந்தால் பெல்லாக்ரா (pellegra) என்னும் நோய் உண்டாகிறது. இத்துடனேயே புரதக் குறைபாடும் காணப்படுகிறது. நியாசினும், டிரிப்டோஃபேனும், தானியம், கொட்டை, கோஸ், இறைச்சி, கல்லீரல் ஆகியவற்றில் காணப்படுகின்றன. ஒரு மனிதனின் உணவில் நிகோட்டினிக் அமிலமும், டிரிப்டோஃபேனும் 50 நாள்கள் இராவிடில் பெல்லாக்ரா நோய் உண்டாகும். பெல்லாக்ரா நோய் குழந்தைகளைவிட வயது வந்தோரிடமும், ஆண்களைவிடப் பெண்களிடமும் மிகுந்துள்ளது. கார்சினாய்டு கட்டியின்போது உடலிலுள்ள டிரிப்டோஃபேனும், 5-ஹைட்ராக்சி டிரிப்டோஃபேனாக மாற்றப்படுவதால் பெல்லாக்ரா உண்டாகிறது.

நியாசினில் திசு சுவாசத்திற்குத் தேவையான இரண்டு முக்கிய நொதிகள் காணப்படுகின்றன. இணை நொதி - I பைபாஸ் ஃபோரிடின் நியூக்ளியடைடு எனப்படும் (பி.பி.என்) இதயத் தசையில் காணப்படுகிறது. இணை நொதி II - (டிரைபாஸ் ஃபோபிரிடின் எனப்படும் நியூக்ளியோடைடு பி.பி.என்) மனிதச் சிவப்பு அணுக்களில் காணப்படுகிறது.

நாள்தோறும் டிரிப்டோஃபேனும், நியாசினும் 1000 கலோரிக்கு 6.6 மி.கி. அல்லது 3000 கலோரிக்கு 20 மி.கி. தேவையாகின்றன. நியாசின் குறைபட்டால் நாய்களில் கறுப்பு நாக்கு நோய் உண்டாகிறது.

பெல்லாக்ரா நோயில் தோலழற்சி, வயிற்றுப்போக்கு, மனத் தளர்ச்சி ஆகிய மூன்று முக்கியமான வெளிப்பாடுகள் காணப்படும். மேலும் வலிமையின்மை, சோர்வு ஆகியவையும் தொடக்கத்திலேயே உண்டாகின்றன. தோலழற்சி, உடலின் மீது சூரிய ஒளி படும் இடங்களில் மட்டும் காணப்படுகிறது. முதலில் தோல் சிவப்பாகவும், முரடாகவும் காணப்படுகிறது. பின்னர் நிறமிகள் தோன்றி, தோலுரிவு நிகழ்கிறது. முழங்கைகளிலும், கணுக்கால்களிலும் இந்நோய் மிகுந்திருக்கும். வயிற்றுப் போக்கும், சீதபேதியும் ஏற்படலாம். நோயாளிக்கு வாயிலும், நாக்கிலும் புண்கள் தோன்றுகின்றன. நாக்கு சிவந்து, பளபளப்போடும், சூம்பியும் காணப்படுகிறது. மனநிலையும் சீர்குலைகிறது. நிகோட்டினிக் அமிலக் குறைபாட்டுடன் சோகையும், ரிபோஃபிளேவின், தயமின் குறைபாடும் காணப்படுகின்றன. நாள்தோறும் 3 மி.கி.க்கு மேலாக நியாசின் வெளிப்பட்டால், அது நியாசின் குறைபாட்டின் முன்னோடியாக அமைகிறது.

மருத்துவம். மிகையாகப் புரதம், வைட்டமின் நிறைந்த உணவு, 100-300 மி.கி. நிகோட்டினமைடு நாளும் மூன்று வேளை தர வேண்டும். தேவையாயின் ஊசி மருந்தாக உட்செலுத்தலாம்.

- மு.ப. கிருஷ்ணன்

நிக்கோலைட்

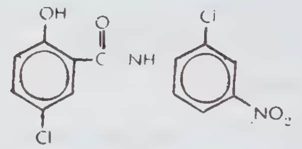
இது நிக்கலின் சிறிய தாதுவாகும். இக்கனிமம் NiAs என்னும் கூட்டமைப்புடன் காணப்படுகிறது. இது அறுகோணப் படிகத் தொகுதியில் (hexagonal) படிகமாகிறது. இப்படிகம் அரிதாகக் கிடைக்கிறது. பொதுவாக நிக்கோலைட் கனிமம் கெட்டியான சல்லியாகக் (massive aggregates) காணப்படும். மேலும் இது, உலோக மிளிர்வுடனும், வெளிறிய செம்பு சிவப்பு (copper red) நிறத்துடனும் காணப்படும். இந்நிறத்தாலேயே இக்கனிமம் செம்பு நிக்கல் எனப்படுகிறது.

மோ அளவின்படி (moh scale) நிக்கோலைட்டின் கடினத்தன்மை 5.5 ஆகும். ஒப்படர்த்தி 7.78 ஆகும். பொதுவாக நிக்கோலைட் மற்ற நிக்கல் ஆர்சனைடு, சல்பைடு ஆகியவற்றுடன் கடினமான பைரோடைட்டாக இணைந்துள்ளது. மேலும் இது தாதுப் படுகைகளில் கோபால்ட், வெள்ளி போன்ற கனிமங்களுடன் படிவுகளாகக் காணப்படுகிறது. சக்சானி, ஜெர்மனி போன்ற இடங்களில் வெள்ளிச் சுரங்கங்களிலும் ஒண்டாரியோ, கனடா போன்ற இடங்களில் கோபால்ட் கனிமத்துடனும் நிக்கோலைட் கிடைக்கிறது.

- வா. அனுசுயா

நிக்லோசமைடு

குடற்புழுக்களுக்கு, குறிப்பாகத் தட்டைப் புழுக்களுக்கு எதிராகப் பயன்படும் நிக்லோசமைடு (niclosomide) கரையாத ஒரு குளோரோசைக்ளமைடு வேதிப்பொருளாகும். குளுகோசைப் பயன்படுத்துவதைத் தடை செய்வதுடன், வளியில்லா வளர்சிதை மாற்றத்திலிருந்து கிடைக்கும் ஆற்றல் உற்பத்தியையும் தடை செய்யும். இதன் வேதி அமைப்பு வருமாறு:



பாஸ்ஃபேட்டை, வளியில் இணைப்பு மூலம் அடினோசின் டிரைபாஸ்ஃபேட்டாக மாற்றுவதைத் தடை செய்யும் நிக்லோசமைடின், ஒட்டுண்ணிகளுக்குத் தீமை பயக்கிறது. பாலூட்டி மைட்டோகாண்டிரியாவில் ஆக்சிஜனேற்ற பாஸ்ஃபர ஏற்றம் செய்வதை நிக்லோசமைடு பிளக்கிறது. இதற்குத் தேவைப்படும் மருந்தின் அலகு மிகவும் அதிகமாக இருக்கிறது. தட்டைப் புழுக்களின் தலை, வால், துண்டங்களை இம்மருந்து பாதிக்கிறது. இதனால் புழுவின் தலை, குடலிலிருந்து துண்டிக்கப்படுகிறது. இதன் பின், மனிதக் குடலின் இயல்பான அசைவியக்கத்தின் மூலம் தட்டைப் புழுக்கள் வெளியேறுகின்றன. நீரில் நிக்லோசமைடு கரையாது. இது சிறுகுடல் பாதையில் உட்கவரப்படுவதில்லை. சிறுகுடல் துளையில் மிகையாகச் செறிவடைந்து காணப்படுகிறது. இங்கு தான் புழுக்களும் நிறையக் காணப்படுகின்றன. நிக்லோசமைடு, புழுக்களின் முட்டைகளைப் பாதிப்பதில்லை.

டீனியா சோலியம், டீ, சாஜினேட்டா, டைஃபைலோபாத்ரியம் லேடம், ஹைமனலெப்சிசுலேனா போன்ற தட்டைப் புழுக்களை இம்மருந்து அழிக்கிறது. தீய பழக்க விளைவுகள் இல்லாமையால் டீ சாஜினேட்டா (மாட்டிறைச்சிப் புழு) ஹை. நாகா (குள்ளத் தட்டைப்புழு), டை. லேடம் (மீன் தட்டைப் புழு), டீ. சோலியம் (பன்றி இறைச்சிப் புழு) ஆகியவற்றிற்கு எதிராக இம்மருந்து கொடுக்கப்படுகிறது. இம்மருந்தைக் கொடுத்தவுடன் பேதிக்கும் மருந்து கொடுக்கவேண்டும். இதன் வேண்டா பக்க விளைவுகளாக அரிதாகப் பேதியும் வயிற்றுளைச்சலும் உண்டாகலாம்.

- மு.ப. கிருஷ்ணன்

நிகழ்ச்சி வேகத்தை உயர்த்தும் வழிகள்

ஒரே நிலைமையில் நிகழும் மாற்றங்களுக்கும், தொடுகைப் பரப்பளவு அறியப்படாத நிலையிலுள்ள பன்னிலைமைச் செயல்முறைகளுக்கும் நிகழ்மேனி (u), $u = k\ v\Delta c$ என்னும் சமன்பாட்டிலும் தொடுகைப் பரப்பளவு துல்லியமாக அறியப்பட பன்னிலைமைச் செயல்முறைகளுக்கு நிகழ்மேனி $u = kF\Delta C$ என்னும் நியூட்டன் வெப்பப் பரிமாற்றச் சமன்பாட்டையொத்த தொடர்பினாலும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இங்கு v வினைக்கலத்தின் பருமன் F = வினைப்படு பொருள்களின் நிலைமைகளுக்கு இடைப்பட்ட தொடுகைப் பரப்பளவு; k = வினைவேக மாறிலி; இச்சமன்பாடுகளிலிருந்து தெரியவரும் உண்மை; ΔC, F, k, v ஆகியவற்றின் எண் மதிப்பை உயர்த்தினால், வினையின் வேகம் உயரும்.

வினைவேக மாறிலியின் (இயற்பியல் செயல்முறைகளில் இதனையே பொருண்மை மாற்றக் குணகம் என்பர்) மதிப்பை உயர்த்துவதற்கு மூன்று வழிகளுள்ளன. அவை, அமைப்பின் வெப்பநிலையை உயர்த்துதல், வினை வேகக் கட்டுப்பாட்டுக்குட்பட்ட செயல்முறைப் பகுதிகளில் வினைவேகமாற்றிகளைப் பயன்படுத்துதல், நிலைமைகளுக் கிடைப்பட்ட பொருண்மை, போக்குவரத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படும் செயல்முறைகளில் வினையுறு பொருள்களை நன்கு கலத்தல் என்பன.

பொதுவாக வெப்பநிலை உயர்வு வினைவேக மாறிலியின் எண்மதிப்பை உயர்த்துகிறது. ஆனால் விரவல் திறன் (diffusivity) பெரும்பாலும் உயருவதில்லை. ஒரு செயல்முறையின் வினைவேக மாறிலி முன்னோக்கி, பின்னோக்கி, கிளை வினைகளின் வினைவேக மாறிலிகளின் மொத்தவிளைவாகும். வினையில் ஈடுபட்டுள்ள வளிம நிலைப் பொருள்களின் விரவல் திறனையும் பொறுத்ததாகையால், ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பபநிலையை எய்தும்வரை வினைவேக மாறிலி உயர்ந்து கொண்டே செல்லும். இவ்வெப்பநிலைக்கு மேற்பட்ட வெப்பநிலைகளில் பின்னோக்கி வினை அல்லது கிளை வினையின் நிகழ்மேனி கணிசமான விரைவை அடைகிறது. வினைவேக மாறிலியின் வெப்பநிலைச் சார்பு அர்ரேனியஸ் சமன்பாட்டின்படி அமைந்துள்ளது.

$$k = K_o \exp(-E/RT)$$

$$\text{Log } k = \text{Log } K_o - E/2.303RT$$

இரு வேறு வெப்பநிலைகளில் (T_2மற்றும் T_2) நிலவும் வினைவேக மாறிலிகளுக்கு (K_1, K_2 இடைப்பட்ட தொடர்பு :

$$\log\frac{K_2}{K_1} = \frac{E}{2.303\ R} \qquad \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}$$

இங்கு E = கிளர்வுகொள் ஆற்றல், அதாவது வினையுறு மூலக்கூறு பெற்றிருக்க வேண்டிய சிறும ஆற்றல்; R = வளிம மாறிலி.

வெப்பநிலையை உயர்த்தினால் முன்னோக்கி வினையின் வேகம் உயரும் என்பது மேற்கூறிய சமன்பாடுகளிலிருந்து தெரியவருகிறது என்றாலும், நடைமுறையில் வெப்பநிலையை இறுதியற்ற நிலைக்கு உயர்த்த முடியாது. வெப்ப உமிழ்வகை மீள் வினைகள் யாவற்றிலும் வெப்பநிலை உயர்வு சமநிலை வினைப்பொருள் விளைச்சலைக் குறைக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில், வெப்பவியக்கவியல் கோட்பாடுகளும் வினைவேகவியல் கோட்பாடுகளும் ஒன்றுக்கொன்று முரண்படுவன போல் தோன்றும். குறைந்த வெப்பநிலைகளில் நடைமுறை விளைச்சல் முன்னோக்கி வினையின் வேகத்தைப் பொறுத்த தாகையால், வெப்பநிலை உயர்வினால் உயருகிறது. உயர் வெப்பநிலைகளில் பின்னோக்கி வினையின் விரைவு முன்னோக்கி வினையின் விரைவைவிடக் கூடுதலாவதால், சமநிலையால் வரையறுக்கப்படும் விளைச்சல் வெப்பநிலை உயர்வினால் குறைகிறது. குறிப்பிட்ட நிலைகளுக்குட்பட்ட செயல்முறைக்கு நிகழ்மேனி பெருமநிலை எய்துவதற்கு ஏற்ற ஒரு வெப்பநிலை (optimum temperature) உள்ளது. சல்ஃபர்

டை ஆக்சைடு, ஆக்சிஜனேற்றம், அம்மோனியா தொகுப்பு ஆகிய வினைகள் இத்தன்மையுடையவை.

சில செயல்முறைகளில், குறிப்பாகக் கரிமப் பொருள் தயாரிப்பு முறைகளில், செயல்முறைகளின் மொத்த விளைவு சமநிலை வெப்பநிலைக்கும் கீழ் வெப்பநிலையிலேயே பெரும மதிப்பையடைகிறது. படம் 2. எனவே, வெப்பநிலையை உயர்த்தும்போது எதிர்நோக்கப்படும் வினையின் அழிவில் கிளை வினைகள் வலிமை பெறுகின்றன. சமநிலைச் சூழ்நிலைகளில் தொடர்பற்ற கோடுகளாலான வரைபடம் நிலவும் வேதி மாற்ற வீதத்தைவிட இங்கு வேதிமாற்ற வீதம் குறைவாகியுள்ளது. மெத்தனால் தொகுப்பு இவ்வகையைச் சார்ந்தது.

வினை விளைபொருள்களின் நிலைத்தன்மை, வினைக் கலத்தின் கட்டுமானப் பொருள்களின் இளகு நிலை ஆகியனவும் வெப்பநிலை உயர்வைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகளாகின்றன. எனவே, உரிய வெப்பநிலையைக் கண்டறிதல் தொழில்நுட்ப வேதியியல் சிக்கல் மிகுந்ததாகும்.

உயர்ந்த கிளர்வுகொள் ஆற்றலைக் கொண்ட ஒற்றைக் கட்டச் செயல்முறையைக் குறைந்த கிளர்வு கொள் ஆற்றல்களைக் கொண்ட பல கட்டச் செயல்முறையில் பதிலீடு செய்வதன் மூலம் வினையூக்கிகள் வினையின் வேகத்தைக் கூடுதலாக்குகின்றன. வினையூக்கிகளால் பரவல் இயக்கத்தினால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ள செயல்முறைகளை முடுக்க இயலாது.

பரவல் இயக்கத்தின் ஆளுகைக்குட்பட்ட செயல்முறைக் கட்டங்கள் கலத்திலினால் விரைவுபடுத்தப்படுகின்றன. எனவே, இவ்வகை வினைகளில் கலத்தல் இயக்கத்தை வினைவேகவியல் கட்டுப்பாட்டுக்குள் வினை வரும் வரை முடுக்கலாம். ஒரே நிலைமையில் நிகழும் வினைகளில் கலத்திலினால் வினைக்கலன் முழுதும் வினைவிளைபொருள் செறிவு சமச்சீர்மை அடைகிறது. பன்னிலைமையில் நிகழும் முறைகளில் கலத்தலினால் மூலக்கூறு விரவல் விரைவுபடுத்தப்படுகிறது. வினைபொருள் நிலைமைகளைப் பிரிக்கும் தகடு போன்ற படலத்தில் கொந்தளிப்பும் (turbulence) சுழலோட்டமும் தோன்றி, கலத்தலை முழுமையாக்குகின்றன.

செயல்முறையின் உந்துவிசையை உயர்த்துவதற்கு வினைக்கலவையில் வினைப்படுபொருள்களின் செறிவுகளைக் கூடுதலாக்கலாம்; அழுத்தத்தை உயர்த்தலாம்; வினைக் கலத்திலிருந்து வினைப்படுபொருளை அகற்றலாம்; வெப்பநிலையை உயர்த்தியோ, தாழ்த்தியோ சமநிலையை விரும்பத்தக்க திசைக்குத் திருப்பலாம்.

ஒரு வினையின் முன்னோக்கி உந்து விசை என்பது நடைமுறைச் செறிவுக்கும் (c) சமநிலைச் செறிவுக்கும் (c*) இடைப்பட்ட வேறுபாடானதால், cஐ உயர்த்தியோ, c*ஐ தாழ்த்தியோ இரு வழிகளையும் கடைப்பிடித்தோ வினைவிளைபொருள் விளைச்சலைக் கூடுதலாக்கலாம்.

வினைப்படு பொருளின் செறிவை மேலும் கூடுதலாக்க இயலாது எனும் நிலையில் அழுத்தத்தை உயர்த்தலாம். வளிம நிலைமையில் நிகழும் எவ்வினைக்கும்

$$u = k P^{(a+b)}$$

(a+b) = வினையின் மொத்த வினைப்படி

வினைப்படிகளில் வேறுபட்ட வினைகளின் வேகத்தை அழுத்த மாற்றம் எவ்வாறு பாதிக்கிறது என்பதைப் படம் 2 விளக்குகிறது. அழுத்த மேலீட்டினால் வினைப்படி குறைவாக அமையப்பெற்ற வினைகளைவிட வினைப்படி கூடுதலானவை பெரும் பாதிப்புக்கு உள்ளாகின்றன என்பது தெளிவாகின்றது. புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி, உறிஞ்சுதல், நீர்மமாதல் போன்ற பன்னிலைமைச் செயல்முறைகளின் உந்துவிசை அழுத்தத்திற்கு நேர்விகிதத்திலிருக்கும்.

மொத்த வினைவேகம் $u = u_1 - u_2$ எனலாம். u_1= முன்னோக்கி வினையில் வேகம் u_2 = பின்னோக்கி வினையின் வேகம்; வினை நிகழும் இடத்திலிருந்து வினைவிளைபொருளை அகற்றுவதன் மூலம் uஐ உயர்த்தலாம். இம்முறை ஒரே நிலைமையில் நிகழ்த்தப்படும் வினைகளுக்குச் சிறந்ததாகும். வினைக்கலவையிலிருந்து குறிப்பிட்ட வினைவிளை பொருளை நீர்மமாக்கியோ, பிற நீர்மத்தில் உறிஞ்சியோ அகற்றலாம். வினைப்பொருள் அகற்றப்பட்ட பின்பு வினைக்கலவை மீண்டும் வினைக்கலத்தின் மறு சுழற்சிக்குட்படுத்தப்படுகிறது. ஓரினத்தான நீர்மக் கலவைகளில் வினைவிளை பொருள்களைப் படிகமாக்கல், ஆவியாக்கல், திண்மத்தில் உறிஞ்சுதல் ஆகிய முறைகளின் வாயிலாக அகற்றலாம்.

செயல்முறையின் உந்துவிசையை உயர்த்துவதற்கு வெப்பநிலையையும் அழுத்தத்தையும் மாற்றிச் சமநிலையை மாற்றியமைத்தல் நன்கறியப்பட்ட வழிமுறையாகும். வளிம உட்கூறு உறிஞ்சுதலை ஊக்குவிப்பதற்கு அழுத்தத்தை உயர்த்தி, அதே நேரத்தில்

வெப்பநிலையைக் குறைத்தல் பெரும் பயன்தரும். ஏனெனில், இதன் விளைவாகக் கலவையில் உறிஞ்சப்படும் பொருளின் செறிவு கூடுகிறது. சமநிலைச் செறிவு குறைகிறது. இதற்கு நேர் மாறாக, ஒரு திண்மம் அல்லது நீர்மத்திலிருந்து வளிமத்தை வெளியேற்றுவதற்கு வெப்பநிலையை உயர்த்துதலும், அதே நேரம் வெற்றிடத்தை உருவாக்குதலும் ஏற்ற வழிமுறைகளாகும்.

பன்னிலைமை அமைப்புகளில் நிலைமைகளுக் கிடைப்பட்ட தொடுகைப் பரப்பை உயர்த்துதல் அமைப்பின் வகையில் பொறுத்து வளிமம்-நீர்மம் வளிமம்-திண்மம், நீர்மம்-திண்மம், நீர்மம்-நீர்மம், திண்மம் -திண்மம் எனத் தொடுகைப் பரப்பை உயர்த்தலாம். இக்காரணியே வினைக்கலத்தின் வடிவமைப்பையும் வகையையும் தீர்மானிக்கிறது.

நிலைமையிடைத் தொடுகைப் பரப்பை உயர்த்துவதற்கு, இரு நிலைமைகளுள் கனமான நிலைமையின் பரப்பை உயர்த்த வேண்டும். அதாவது, வளிமம்-திண்மம், நீர்மம்-திண்மம் ஆகிய அமைப்புகளில் திண்ம நிலைமையையும், வளிம-நீர்ம அமைப்பில் நீர்மத்தையும் உயர்த்துதல் தேவை. திண்ம நிலைமையின் பரப்பை உயர்த்துவதற்கு எளிய வழிமுறை திண்மத்தைப் பொடித்தல் அல்லது துளைமையைக் (porosity) கூடுதலாக்குதலாகும். இரண்டாம் வழிமுறையின் மூலம் கிட்டும் உட்பரப்பு வெளிப்பரப்பைவிடப் பலநூறு மடங்கு மிகுந்திருக்கும். இதன்பின்பு திண்மப் பொருளை நீர்மத்துடனோ வளிமத்துடனோ கலக்க வேண்டும். இதற்கெனத் தனி வடிவம் கொண்ட கலக்கிகள், வளிமக் கலக்கும் அமைப்புக்கள், பீச்சிக் கலக்க உதவும் நுண்துளைகள் ஆகியன பயன்படுகின்றன.

வளிம-நீர்ம அமைப்புகளில் நீர்மத்தின் பரப்பளவை உயர்த்துவதற்கு அந்நீர்மத்தில் தோய்த்தெடுக்கப் பட்டதொரு திண்மத்தின் வழியாக வளிமத்தைச் செலுத்துதல், வளிம வெளியில் நீர்மத்தைத் தெளித்தல், நீர்மத்தின் வளிமத்தைக் குமிழிடுதல் (bubbling), வளிம வெளியில் நீர்மத்தை நுரையாகப் பரவவிடுதல் ஆகியன பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ள வழிமுறைகளாகும்.

ஒரு திண்ம நிலைமை பங்கேற்கும் பன்னிலைமைச் செயல்முறையில் நிலைமைகளுக்கிடையேயான தொடுகைப் பரப்பை உயர்த்துவதற்கு நான்கு வழிகளுள்ளன. அவை: முதன்முறை எந்திரக் கலவைகளின் துணைக்கொண்டு தட்டுகளிலோ, தகடுகளிலோ பரப்பப்பட்ட துகளின் மீது வளிம அல்லது நீர்மத்தைப் பாய்ச்சுதலாகும். கந்தக அமிலத் தயாரிப்பில் பைரைட்ஸ் வறுக்கும் காளவாய்கள் வளிம-திண்மக் கலப்புக்கும், அசெட்டிலீன் தயாரிப்பு திண்ம-நீர்ம அமைப்புக்கும் எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

நன்கு பொடிக்கப்பட்ட திண்மப் பொருளை வளிம அல்லது நீர்ம வளியோட்டத்தில் கலத்தல் இரண்டாம் முறையாகும். இதற்கான கலங்கள் குறுகிய அமைப்பு கொண்டவை. லேசான நிலைமையை அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தி, அவ்வழுத்தத்தினால் கனமான நிலைமையைத் தனிவகை நுண்துளைகளால் இக்கலங்களில் புகுத்த வேண்டும். பாய்மக் கொந்தளிப்பில் வினைப்படுபொருள்கள் நன்கு கலப்பதற்கு வாய்ப்புத் தோன்றுகிறது. நீர்ம-திண்ம அமைப்புகளிலும் வளிமக் கலக்கிகளைக் கொண்டு கலத்தலை நிகழ்த்தலாம். இச்சூழ்நிலைகளில் வினைப்படு பொருள்களுக்கிடையேயான தொடுகைப் பரப்பின் பெரும மதிப்பு வினைக் கலத்திலுள்ள திண்மப் பரப்பு யாவற்றின் மொத்த அளவாகும்.

மூன்றாம் முறை திண்மக் கட்டிகள் அல்லது ரவைகளாலான படுகையைக் கம்பிச் சட்டத்தின்மீது அமைத்து, அதன் வழியே வளிமம் அல்லது நீர்மத்தைப் பாய்ச்சுதலாகும். இதனை வடிகட்டிப் படுகை (filter bed) என்பர். இவ்வமைப்பு வடிவத்தில் எளிதாகவும், நம்பத்தக்க செயல்பாடு கொண்டதாகவும் தொழிலகங்களில் பரவலாகப் பயன்படுவதாகவும் உள்ளது. இவ்வகை வினைக் கலங்களில் கலத்தல் முழுமை பெறுவதில்லை. வினைவேக வரைகோடுகள் மாறாத்தன்மை பெற்றுள்ளன. திண்மத் துகள்களின் மொத்தப் பரப்புக்கும், இருவேறு நிலைமைகளுக்கு இடையேயான தொடுகைப் பரப்புக்கும் இடைப்பட்ட வேறுபாடு அடுத்தடுத்த துகள்களுக்கு இடையேயான தொடுகைப் பரப்பாகும். பன்னிலைமைச் செயல்முறைகளுக்குள் வடிகட்டிப் படுகை முறையே செயல்திறன் குன்றியதாகும்.

நான்காம் முறை பாயமமாக்கப்பட்ட படுகையில் கலத்தலாகும். ரவை உருவிலான திண்மத் துகளடுக்கின் வழியே கீழிருந்து மேல்புறமாக வளிமத்தையோ நீர்மத்தையோ செலுத்தி வீழ்படிவாகாத, பாய்ம நிலையிலேயே நிற்கும் அடுக்கைத் தோற்றுவிக்கலாம். பாய்மத்தின் விரைவைப் பொறுத்துத் துகள்கள் வளியோட்டத்தில் நின்றோ, கலந்தோ, அசைந்தோ, மிதந்தோ நிலவுமாறு செய்யலாம். இந்நிலையில் படுகை ஒரு கொதிக்கும் நீர்மத்தைப் போன்றிருக்கும். லேசான நிலைமையின் விரைவை அறுதியிடும்போது கனமான

துகள்கள் வினைக் கலத்திலிருந்து அகன்றுவிடாதபடி பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். தொடுகைப் பரப்பு துகள்களின் நுண்மையைப் பொறுத்திருக்கும். வளிம ஒட்டத்தில் துகள்களைத் தெளிவிக்கும் அமைப்புகளில் இருப்பதைவிட இவ்வமைப்பில் திண்மத் துகள் செறிவு கூடுதலாகும். இதன் காரணமாகவே இவ்வழிமுறைகளின் செயல்திறன் கூடுதலாகும். பாய்மரத்தின் கொந்தளிப்பால் பாய்ம திண்மத் தொடுகைப் பரப்பு கூடுகிறது. விரவல் இயக்கத்திற்குட்பட்ட செயல்முறைக் கட்டங்கள் இவ்வமைப்பில் விரைவாகின்றன.

வளிம-நீர்ம அமைப்பில் வினைப்படு பொருள்களுக்கு இடையேயான தொடுகைப் பரப்பை உயர்த்துவதற்கு நான்கு முதன்மையான வழிகளுள்ளன. அவை:

திணிப்புப் படுகைகள் அல்லது திணிப்புக் கோபுரங்கள் (towers) எனப்படும் அமைப்புகளில் புறப்பரப்பின்மீது மெல்லிய படலமாக நீர்மத்தைப் பரப்பிப் பங்கிடல் முதல் முறையாகும். கந்தக நைட்ரிக், ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலங்கள், அவற்றின் உப்புகள் ஆகியவற்றின் தயாரிப்பு முறைகள், எரிமங்களைத் தூய்மையாக்கல் எனப் பல செயல்முறைகளில் இவ்வுத்தி செயல்படுத்தப்படுகிறது. இதற்குத் துளி வகை அல்லது திவலை வகை (drop type) எனப் பெயர்.

இரண்டாம் முறை தெளிப்புக் கோபுரங்கள் (spray towers) பயன்படுத்தப்படலாகும். நீர்மத்தைக் குறுகிய வினைக்கலத்தில் வளிம ஒட்டத்தினுள் செலுத்துதல் இதன் அடிப்படையாகும்.

நீர்மத்தினுள் வளிமத்தைக் குமிழிடல் (bubbling) மூன்றாம் முறையாகும். இதற்கான குமிழ்மூடித் தட்டுகள் (bubble -cap trays) என்னும் தடுப்பான் அமைப்புகள் பயன்படுகின்றன. இதற்குக் குமிழ்வகை (bubble type) எனப் பெயர்.

ஒரு நீர்ம அடுக்கின் வழியாகக் கீழிருந்து மேலாக வளிமத்தைச் செலுத்தி நுரையை உருவாக்கி வளிமத்தில் நிலைபெறச் செய்தல் இறுதி முறையாகும். நுரையின் அலகு பரப்பு நிலைமையிடைத் தொடுகைப் பரப்பைத் தீர்மானிக்கிறது. கலக்காத இரு நீர்மங்களிடையே தொடுகைப் பரப்பை உயர்த்துவதற்கும் கனமாக நீர்ம அடுக்கின் வழியே லேசான நீர்மத்தைச் செலுத்தலாம்.

நீர்ம-நீர்ம அமைப்பில் தொடுகைப் பரப்பைக் கூடுதலாக்குவதற்கு எந்திரவகைக் கலக்கிகளைப் பயன்படுத்தலாம். சுழலும் பீப்பாய்களைப் (rotating drums) பயன்படுத்தும் வழக்கமும் உள்ளது.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நிகழ் தகவு

நிகழ்தகவுக் கொள்கை கணிதத்தின் மிக இன்றியமையாப் பகுதியாகக் கருதப்படுகிறது. நிகழ்தகவுக் கொள்கையைப் பல்வேறு வழிகளில் பயன்படுத்தலாம். சான்றாக, 'பெரும்பாலும் நாளை மழை வரலாம்', 'இன்று வகுப்பாசிரியர் வகுப்புக்கு வருவதற்கான வாய்ப்புக் கூறுகள் குறைவு', 'Aஅணியும் Bஅணியும் ஒரு குறிப்பிட்ட பந்தயத்தில் ஒன்றையொன்று மோதிக்கொள்ளும்போது இரண்டு அணிகளுக்கும் வெற்றி வாய்ப்புகள் சமமாக உள்ளன போன்ற தொடர்கள் மக்களால் இயல்பாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இவற்றில் இடம்பெறும் வாய்ப்பு என்னும் சொல் நிகழ்தகவு என்னும் பொருளையே கொடுக்கிறது. இந்நிகழ்ச்சிகள் யாவும் உறுதியாக நிகழும் அல்லது உறுதியாக நிகழாது என்பன போலல்லாமல் நிகழ்ந்தாலும் நிகழலாம் என்னும் பொருளைத் தரும் வகையில் அமைந்துள்ளன. இவை சமவாய்ப்பு நிகழ்ச்சிகள் (random events) என்று வரையறுக்கப்படும். சமவாய்ப்பு நிகழ்ச்சிகள் பற்றி அறியவும் ஆராயவும் நிகழ்தகவுக் கொள்கை பெரிதும் பயன்படுகிறது.

நிகழ்தகவுக் கொள்கையின் தொடக்கமும் வளர்ச்சியும் வியப்பிற்குரியன. ஏனெனில், பகடை வீசுதல், நாணயங்களைச் சுண்டுதல், சீட்டு விளையாட்டு போன்ற சூதாட்டங்களே நிகழ்தகவுக் கொள்கைக்கு அடிகோலியுள்ளன. 17ஆம் நூற்றாண்டின் இடையில் பாஸ்கல், ஃபெர்மேட் என்னும் பிரான்ஸ் நாட்டுக் கணிதவியலார்களால் நிகழ்தகவுக் கொள்கை அடித்தளமிடப்பட்டது. செவாலியர் -டி-மியர் என்னும் பிரான்ஸ் நாட்டுப் புகழ்பெற்ற சூதாட்டக்காரரால் எழுப்பப்பட்ட பல்வேறு வினாக்களுக்குத் தீர்வு காண முயலும்போது நிகழ்தகவுக் கொள்கை பிறந்தது.

அன்று சூதாட்டத்தில் தொடங்கிய நிகழ்தகவுக் கொள்கை இன்று புள்ளியியலில் பெரும் பகுதியாகத் திகழ்கிறது. புள்ளியியலும், நிகழ்தகவும் ஒன்றுக்கொன்று மிகவும் தொடர்புடையன. புள்ளியியல் துறையில் தருவிக்கப்படும் தீர்வுகளைப் பற்றி (statistical results) அறியவும், ஆராயவும் நிகழ்தகவு பற்றிய அறிவு மிகவும் இன்றியமையாதது. ஏனெனில் புள்ளியியல் துறையில் கையாளப்படும் நிகழ்ச்சிகள் யாவும் சமவாய்ப்பு நிகழ்ச்சிகளாகும். மேலும் புள்ளியியல் முறையில் தருவிக்கப்படும் தீர்வுகள் யாவும் முழுமைத் தொகுதியிலிருந்து (population) எடுக்கப்பட்ட மாதிரிகளைப் (samples) பொறுத்தே அமைகின்றன.

ஆகவே, புள்ளியியல் தீர்வு முறைகளை (statistical decision procedure) அறிய விரும்புவோர் நிகழ்தகவுக் கொள்கை பற்றித் தீர அறிந்திருப்பது மிகவும் இன்றியமையாதது.

நிகழ்தகவின் விளக்கம். சீரான நாணயம் ஒன்றைச் சுண்டினால் தலை விழுதல், பூ விழுதல் ஆகிய இரு நிகழ்ச்சிகளில் ஏதேனும் ஒன்றே நிகழும். ஆனால், இவை இரண்டில் எது நிகழும் என முன் கூட்டியே கூற இயலாது. ஆதலால் சுண்டி எறியப்படும் ஒரு நாணயத்தில் தலையோ பூவோ விழுவது சமவாய்ப்பு நிகழ்ச்சி எனப்படும்.

விளைவைப் பற்றி முன் கூட்டியே தெரிந்து கொள்ள இயலாத சோதனையே சமவாய்ப்புச் சோதனை (random experiment) ஆகும். சமவாய்ப்பு நிகழ்ச்சியில் ஒவ்வொரு செயலையும் ஒரு சோதனை அல்லது முயற்சி (trial) என்றும், சோதனையின் முடிவினை ஒரு விளைவு (out come) என்றும், ஓர் அடிப்படை நிகழ்ச்சி அல்லது ஒரு கூறுபுள்ளி (sample point) என்றும் கருதலாம். சோதனையில் நிகழக்கூடிய அனைத்து விளைவுகளின் முழுமையைக் கூறுவெளி (sample space) எனலாம்.

ஒரு சோதனையை ஒரே மாதிரியான நிபந்தனைகளின் கீழ்ப் பலமுறை செய்வதாக வைத்துக் கொள்ளலாம். இச்சோதனையின் முடிவைப் பொறுத்து அவற்றை இரண்டாகப் பிரிக்கலாம். சோதனையின் விளைவுகள் கீழ்வரும் இரண்டு வழிகளில் அமையலாம்.

1. சோதனையின் விளைவு ஒன்றுக்கு மேற்படாமலும், கண்டிப்பாக நிகழக்கூடியதாகவும் இருக்கும்.
2. சோதனையின் விளைவு ஒன்றுக்கு மேற்பட்டும் ஆனால் அவ்வாறு நிகழக்கூடிய விளைவுகளில் (possible outcomes) ஏதேனும் ஒன்று மட்டும் நிகழும்.

மேற்காணும் பண்புகளில் பண்பு (1)ஐப் பெற்றிருக்கும் சோதனைகள் தீர்மானமான அல்லது தீர்க்கமான சோதனைகள் (deterministic experiment) எனப்படும்.

எடுத்துக்காட்டாக,

வளிமக்கோட்பாட்டின்படி (principle of gas), வெப்பநிலை மாறாமலிருக்கும்போது வளிமத்தின் பருமன் (V) அதன் அழுத்தத்திற்கு (P) எதிர்விகிதத்திலிருக்கும். இதைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$V \alpha\ l/p$, PV = ஒரு மாறிலி. இந்தச் சோதனைப் பண்பு (1) கொண்டுள்ளமையால் இதனைத் தீர்க்கமான சோதனை எனலாம். ஏனெனில் இச்சோதனையின் விளைவு அல்லது முடிவு எப்போதும் மாறப்போவது இல்லை. அதாவது இச்சோதனையின் விளைவு முன்கூட்டியே தெரிந்த ஒன்றாகும்.

மேற்காணும் பண்புகளில் பண்பு 2ஐப் பெற்றிருக்கும் சோதனைகள் நிகழ்திறமான சோதனைகள் (probablistic experiments) அல்லது சமவாய்ப்புச் சோதனைகள் எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு நாணயம் சுண்டி எறியப்படும்போது தலை விழுமா, பூ விழுமா என்று உறுதியாகக் கூற இயலாது. ஆனால் இரண்டில் ஏதாவதொன்று மட்டுமே நிகழும். இதைச் சமவாய்ப்புச் சோதனை எனலாம்.

ஒரு சோதனையை ஒரே மாதிரியான நிபந்தனைகளின் வீசும்போது அதிலுள்ள எண்கள் 1,2 ...6 என்பன ஒன்றையொன்று விலக்கும் நிகழ்ச்சிகள். ஏனெனில், பகடையை ஒருமுறை வீசும்போது ஆறு எண்களில் ஏதேனும் ஓர் எண் கிடைக்கும். அந்த நிகழ்ச்சி அதே முயற்சியின்போது மற்ற எண்களின் நிகழ்ச்சியைத் தவிர்த்துவிடுகிறது.

ஒன்றையொன்று விலக்கம் செய்யாத நிகழ்ச்சிக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டைக் காணலாம். ஒருவர் தொலைக்காட்சிப் பெட்டி வாங்குவதற்கான நிகழ்தகவு 0.65, வானொலிப் பெட்டி வாங்குவதற்கான நிகழ்தகவு 0.25 எனலாம். இந்த இரண்டு நிகழ்ச்சிகளும் ஒன்றையொன்று விலக்குபவையல்ல. ஏனெனில், அவர் தொலைக்காட்சிப்பெட்டி வாங்கினால் வானொலிப் பெட்டி வாங்கக் கூடாது என நிபந்தனை ஏதும் கொடுக்கப்படவில்லை. அதாவது இரண்டு நிகழ்ச்சிகளும் ஒரே சமயத்தில் (simultaneously) நடைபெறவும் வாய்ப்புள்ளது.

ஒரு சோதனையில் நிகழக்கூடிய விளைவுகளின் மொத்தத்தை நிறை தீர்வான நிகழ்ச்சிகள் (exclusive events) எனலாம். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு நாணயத்தைச் சுண்டும்போது தலை விழுவதும், பூ விழுவதும் நிறை தீர்வான நிகழ்ச்சிகளாகும். இரு பகடைகளை ஒரே சமயத்தில் வீசும்போது பெறப்படும் நிறை தீர்வான நிகழ்ச்சிகளின் எண்ணிக்கை 6X6=36 ஆகும். ஏனெனில் முதல் பகடையில் காணப்படும் ஒன்றிலிருந்து ஆறு வரையுள்ள எந்த ஓர் எண்ணோடும் இரண்டாம் பகடையில் ஆறு எண்களைப் பொருத்தலாம்.

E என்னும் சமவாய்ப்புச் சோதனையை எடுத்துக் கொள்ளலாம். அதில் $e_1, e_2, e_3, \ldots\ldots e_n$ என்பவை அதன் விளைவுகள் எனலாம். இத்தகைய ஒவ்வொரு

சமவாய்ப்புச் சோதனையுடனும் $S = \{e_1, e_2, \dots e_n\}$ என்னும் கணத்தைத் தொடர்புப்படுத்தலாம். இந்தக் கணத்தின் பண்புகள் பின்வருமாறு,

1. S-இன் ஒவ்வோர் உறுப்பும் சோதனையின் நிகழக்கூடிய ஒரு விளைவினைக் குறிக்கும்.
2. சோதனையின் ஒவ்வொரு விளைவும், S-இன் ஏதேனும் ஓர் உறுப்புடன் மட்டுமே பொருந்தும்.

இப்பண்புகளைக் கொண்டதும், E-என்னும் சமவாய்ப்புச் சோதனையோடு தொடர்புபடுத்தப்பட்டதுமான S என்னும் கணமே அச்சோதனையின் கூறுவெளி எனப்படும்.

S-என்னும் கூறுவெளி உறுப்புகள் முடிவுற்று இருக்குமானால் அது முடிவுறு கூறுவெளி எனவும், முடிவற்றிருந்தால் அது முடிவுறாக் கூறுவெளி எனவும் குறிக்கப்படும்.

ஒரு கணத்திலுள்ள முடிவுற்ற அல்லது முடிவுறா எண்ணிக்கையுள்ள புள்ளிகளை e_1, e_2.......என்று வரிசைப்படுத்த முடியுமானால் அதனைத் தனித்த கூறுவெளி (discrete sample space) என்றும், அக்கணத்தில் வரிசைப்படுத்த முடியாத எண்ணிலடங்காத புள்ளிகள் இருக்குமானால் அதனைத் தொடர் கூறுவெளி (continuous sample space) என்றும் குறிப்பிடலாம்.

கூறுவெளி S இன் வெற்றுக் கணமில்லாத ஒவ்வோர் உட்கணம் Aயும் ஒரு நிகழ்ச்சி எனப்படும். வெற்றுக்கணம் ϕ, S இன் உட்கணம். எனவே இது நடக்கவியலாத ஒரு நிகழ்ச்சி (impossible event) ஆகும். S என்பது உறுதியாக நிகழக்கூடிய நிகழ்ச்சி (sure event) ஆகும்.

கூறுவெளிக்கும், நிகழ்ச்சிக்கும் உள்ள வேறுபாட்டைப் பின்வரும் சில எடுத்துக்காட்டுகள் மூலம் அறியலாம்.

1. இரண்டு சீரான நாணயங்களைச் சேர்ந்தாற்போல் ஒருமுறை சுண்டி வீசும்போது HH, HT, TH, TT ஆகியவை ஏற்படக்கூடிய விளைவுகள். எனவே, S என்னும் கூறுவெளிக்கும் S = {HH, HT, TH, TT} ஆகும். குறைந்த அளவாக ஒரு தலையேனும் தோன்றும் நிகழ்ச்சியை A என்று கொண்டால் அதன் விளைவுக் கணம் A = {HH, HT, TH} ஆகும்.

2. இரண்டு பகடைகளைச் சேர்ந்தாற்போல் வீசும் நிகழ்ச்சியில் கூறுவெளி S இல் கீழ்வரும் 36 கூறு புள்ளிகள் இருக்கும்.

s={ (1,1), (1,2), (1,3), (1,4), (1,5), (1,6)
(2,1), (2,2), (2,3), (2,4), (2,5), (2,6)
(3,1), (3,2), (3,3), (3,4), (3,5), (3,6)
(4,1), (4,2), (4,3), (4,4), (4,5), (4,6)
(5,1), (5,2), (5,3), (5,4), (5,5), (5,6)
(6,1), (6,2), (6,3), (6,4), (6,5), (6,6)}

A என்பது இரு பகடையின் மேலுள்ள எண்களின் கூட்டுத்தொகை 6 ஆக வரும் நிகழ்ச்சி என்றால்,

A = {(1,5), (5,1), (2,4), (4,2), (3,3)}

நிகழ்தகவின் கணிதவியல் வரையறை. ஒரு சோதனையின் மொத்த விளைவுகள் n எனக் கொள்ளலாம். இவை நிறை தீர்வானவாயும், ஒன்றையொன்று விலக்கும் நிகழ்ச்சிகளாகவும், சமவாய்ப்புள்ள நிகழ்ச்சிகளாகவும் இருக்கும்போது அவற்றுள் m - விளைவுகள் E என்னும் நிகழ்ச்சியொன்றிற்குச் சாதகமாயிருக்குமானால், E இன் நிகழ்தகவான P(E) இன் வரையறை பின்வருமாறு:

$$P(E) = \frac{\text{E-க்குச் சாதகமான விளைவுகள் எண்ணிக்கை}}{\text{நிறை தீர்வான விளைவுகள் எண்ணிக்கை}}$$

$$\frac{m}{n} = p$$

E என்னும் நிகழ்ச்சிக்கு m நிகழ்ச்சிகள் சாதகமாயின் (n-m) நிகழ்ச்சிகள் அதற்குச் சாதகமற்று அமையும்.

$\therefore$ E நிகழாமை இருப்பதற்கான நிகழ்தகவு

$$= q = n-m / n$$

$$= 1-m/n = 1-p$$

ஆதலால்,

(1) $p + q = 1$

(2) $o \le p \le 1$

குறிப்பிட்டுச் சொல்லப்போனால் ஒரு நிகழ்ச்சியின் நிகழ்தகவு என்பது ஓர் எண். அதன் வீச்சு 0 - முதல் 1-வரை இருக்கும். '0' என்பது உறுதியாக நடக்க இயலாத நிகழ்ச்சியின் நிகழ்தகவு. '1' என்பது உறுதியாக நிகழக்கூடிய நிகழ்ச்சியின் நிகழ்தகவு.

நிகழ்தகவு அடிப்படைக் கொள்கை. E என்னும் சோதனையின் கூறுவெளி S என்று கொள்ளலாம்.

S-ல் உள்ள A போன்ற ஒவ்வோர் நிகழ்ச்சிக்கும் P (A) எனும் ஒரு நேர் மெய்யெண் பொருந்தும். அதாவது 'P' என்பது ஒரு மெய்யெண் சார்பு. ஒவ்வொரு நிகழ்ச்சியும் குறையற்ற மெய்யெண்ணால் (non-negative real number) குறிக்கப்படும். அதை P (A) எனலாம். கீழ்வரும் அடிப்படைக் கொள்கைகளைச் சரியீடு செய்யும் P என்னும் சார்பு, நிகழ்தகவுச் சார்பு என்றும், P (A) என்பது A என்னும் நிகழ்ச்சியின் நிகழ்தகவு என்றும் கூறப்படும்.

அடிப்படைக் கொள்கைகள்

1. கூறுவெளி S இல் ஒவ்வொரு நிகழ்ச்சி A-க்கும் $P(A) \geq 0$
2. உறுதியாக நிகழக்கூடிய நிகழ்ச்சி S- க்கு $P(S) = 1$
3. கூறுவெளி S இல் ஒன்றையொன்று விலக்கும் நிகழ்ச்சிகள்

$A_1, A_2, A_3, \ldots, A_n$ என எத்தனை இருப்பினும் $P(A_1 \cup A_2 \cup \ldots \cup A_n \cup \ldots) = P(A_1) + P(A_2) + \ldots + P(A_n) + \ldots$ குறிப்பாக A_1, A_2 ஒன்றையொன்று விலக்கும் நிகழ்ச்சிகளாயிருந்தால்

$$P(A_1 \cup A_2) = P(A_1) + P(A_2)$$

அதேபோல் A_1, A_2, A_3 என மூன்றும் ஒன்றையொன்று விலக்கும் நிகழ்ச்சிகளாயிருந்தால்

$$P(A_1 \cup A_2 \cup A_3) = P(A_1) + P(A_2) + P(A_3)$$

நிகழ்தவின் தேற்றம். நடக்கவியலாத நிகழ்ச்சியின் நிகழ்தகவு = 0 அதாவது $P(\phi) = 0$

நிரூபணம். உறுதியாக நிகழக்கூடிய நிகழ்ச்சி S-ம், நடக்கவியலாத நிகழ்ச்சி ϕ–யும் ஒன்றையொன்று விலக்கும் நிகழ்ச்சிகள். மேலும் ϕ என்பது ஒரு வெற்றுக்கணம்

$$S \cup \phi = S$$

$$P(S \cup \phi) = P(s)$$

$$P(S \cup \phi) = P(S) = 1$$

$$P(S) + p(\phi) = 1$$

ஆனால், $P(S) = 1$

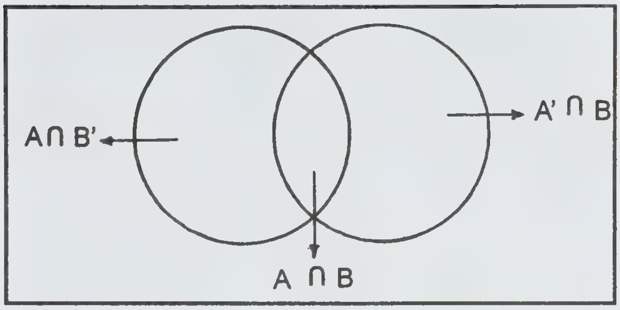
$$\therefore 1 + p(\phi) = 1$$

$$p(\phi) = 0$$

நிகழ்தகவின் கூட்டல் விதி. A,B என்பன எவையேனும் இரு நிகழ்ச்சிகளானால்

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

A,B என்னும் நிகழ்ச்சிகள் கணங்களாக உள்ளமையால் இவை வென் படங்கள் மூலம் விளக்கப்படும்.



$A \cup B = A \cup (A' \cap B)$

$A, (A' \cap B)$ இரண்டும் சேராக் கணங்கள்

$$P(A \cup B) = P(A) + P(A' \cap B)$$

$$= P(A) + \{P(A' \cap B) + P(A \cap B) - P(A \cap B)\}$$

ஆனால் $(A' \cap B) \cup (A \cap B) = B$

மேலும், $(A' \cap B)$, $(A \cap B)$ ம் சேராக் கணங்கள்

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B) \quad \ldots\ldots(1)$$

$$P(B) = P(A' \cap B) + P(A \cap B)$$

சிறப்பாக A - ம் B-ம் ஒன்றையொன்று விலக்கும் நிகழ்ச்சிகளானால் $A \quad B = \phi$

$$\therefore P(A \cap B) = O$$

$$\therefore P(A \cap B) = P(A) + P(B)$$

சமன்பாடு (1)ஐ A_1, A_2, A_3 என்னும் மூன்று நிகழ்ச்சிகளுக்கு விரிவுப்படுத்தினால்,

$$P(A_1 \cup A_2 \cup A_3) = P(A_1) + P(A_2) + P(A_3) - P(A_1 \cap A_2) - P(A_2 \cap A_3) - P(A_1 \cap A_3) + P(A_1 \cap A_2 \cap A_3)$$

எனக் கிடைக்கும்.

இதையே $A_1, A_2, \ldots\ldots A_n$ என்னும் நிகழ்ச்சிகளுக்கு விரிவுபடுத்தினால்,

$$P\left(\bigcup_{\iota=I}^{n} A_i\right) = \sum_{\iota=I}^{n} P(A_\iota) - \sum_{\iota<\iota<j\leq n}\sum - P(A_\iota \cup A_j) + \sum_{\iota\leq\iota<j<k\leq n}\sum\sum P(A_\iota \cap A_j \cap A_k) \ldots\ldots\ldots + (-1)^{n-1} P(A_1 \cap A_2 \cap \ldots\ldots\ldots \cap A_n).$$

எனக் கிடைக்கும்.

நிபந்தனை நிகழ்தகவு (Conditional probability). A, B என்பன இரு நிகழ்ச்சிகள் எனவும் $P(B) > 0$ எனவும் கொள்ளலாம். B நிகழ்ந்த பின் நிகழும் A இன் நிபந்தனை நிகழ்தகவு, $(A \cap B)$ இன் நிகழ்தகவை B இன் நிகழ்தகவால் வகுக்கக் கிடைக்கும் ஈவுக்குச் சமம்.

இதனை $P(A/B)$ எனக் குறிப்பிடலாம்.

அதாவது, $P(A/B) = \dfrac{P(A \cap B)}{P(B)}$, $P(B) > 0$

அதேபோல் $P(B/A) = \dfrac{P(A \cap B)}{P(A)}$, $P(A) > 0$

இவற்றிலிருந்து

$$P(A \cap B) = P(B) \quad P(A/B) = P(A).\, P(B/A)$$

மேலும் A-யும் B-யும் சார்பற்ற நிகழ்ச்சிகளாயிருப்பின் ஒரு நிகழ்ச்சி நடப்பதும், நடக்காததும் மற்றொரு நிகழ்ச்சி நடப்பதைப் பொறுத்தவையல்ல. எனவே,

$$P(B/A) = P(B)$$

$$P(A \quad B) = P(A).\, P(B)$$

இது நிகழ்தகவின் பெருக்கல் தேற்றம் எனப்படும்.

மேலும் $P(A/B)$ என்பது B என்னும் நிகழ்ச்சி நிகழ்ந்த பின் A என்னும் நிகழ்ச்சி நடப்பதற்கான நிகழ்தகவைக் குறிக்கிறது. இங்கு A நடப்பதற்கு முன் B என்னும் நிகழ்ச்சி நடந்திருக்க வேண்டும் என்னும் நிபந்தனையின் கீழ் A நடப்பதற்கான நிகழ்தகவு கணிக்கப்படுகிறது. ஒரு நிபந்தனையின் கீழ் A - இன் நிகழ்தகவு கணிக்கப்படுவதாலேயே இதனை நிபந்தனை நிகழ்தகவு என்பர். அதேபோல் $P(B/A)$ இல் "A என்னும் நிகழ்ச்சி நிகழ்ந்த பின் " என்னும் நிபந்தனையின் கீழ் B நடப்பதற்கான நிகழ்தகவு கணிக்கப்படுகிறது. இதுபோன்ற நிபந்தனையின் கீழ்க் கணிக்கப்படும் நிகழ்தகவுகளுக்கு நிபந்தனை நிகழ்தகவு எனப் பெயராகும்.

நிகழ்தகவின் பெருக்கல் தேற்றத்தின் விரிவு. நிகழ்தகவின் பெருக்கல் தேற்றம் நிபந்தனை நிகழ்தகவைப் பயன்படுத்திப் பெறப்பட்டதாகும்.

தேற்றம். $A_1, A_2, A_3, \ldots\ldots A_n$ என்பன நிகழ்ச்சிகள்

எனில்,

$$P(A_1 \cap A_2 \cap \ldots\ldots \cap A_k) = P(A_1)\, P(A_2/A_1)\, P(A_3/A_1 \cap A_2) \ldots$$
$$P(A_k / A_1 \cap A_2 \cap \ldots\ldots \cap A_{k-1}) \ldots. (2)$$

இங்கு

$P(A_\iota / A_j \cap A_k \cap \ldots\ldots \cap A_l)$ என்பது $A_j, A_k, \ldots. A_l$ ñÇÌu kA»€MA¯ yd«é ªé| jXid qÇ Aι என்னும் நிகழ்ச்சி நடப்பதற்கான நிகழ்தகவு ஆகும்.

நிரூபணம். முதலில் $A_\iota\, A_2, A_3$ என்னும் மூன்று நிகழ்ச்சிகளை எடுத்துக் கொள்ளலாம். இப்போது,

$$P(A_1 \cap A_2 \cap A_3) = P(A_1 \cap A_2 \cap A_3)$$
$$= P(A_1).\, P(A_2 \cap A_3 / A_1)$$
$$= P(A_1)\, P(A_2/A_1)\, P(A_3 / A_1 \cap A_2)$$

எனக் கிடைக்கிறது.

எனவே சமன்பாடு (2) n=2, n-3 எனும்போது சரியே எனத் தெரிகிறது.

இப்போது n=k எனலாம்.

$$P(A_1 \cap A_2 \cap \ldots\ldots \cap A_{k+1}) = P(A_1).P(A_2/A_1).\, P(A_3/A_1 \cap A_2)\ldots.$$
$$\ldots\ldots P(A_k / A_1 \cap A_2 \cap \ldots\ldots\ldots\ldots \cap Ak\text{-}1) \quad \ldots\ldots.(3)$$

இப்போது

$$P(A_1 \cap A_2 \cap \ldots \cap A_{k+1}) = P(A_1 \cap A_2 \ldots \cap A_k).P(A_{k+1} / A_1 \cap \ldots \cap A_k)$$
$$= P(A_1)\, P(A_2/A_1)\, P(A_3 / \cap A_2)\ldots.$$
$$\ldots\ldots P(A_k / A_1 \cap A_2 \cap \ldots\ldots \cap A_{k-1})\, P(A_{k-1} / A_1 \cap A_2 \cap .. A_k)$$

எனவே (3)ன் படி n=k, -க்கு மெய் எனில் n-k+1-க்கும் நிபந்தனை நிகழ்தகவு சரியே.

ஆகவே சமன்பாடு n-இன் அனைத்து முழு எண்களுக்கும் பொருந்தும்.

பின் குறிப்பு. $A_1, A_2, \ldots..A_n$ என்பன ஒன்றையொன்று சார்பற்ற நிகழ்ச்சிகள் எனில்,

$$P(A_2 / A_1) = P(A_2)$$
$$P(A_3 / A_1 \cap A_2) = P(A_3)$$

$$P(A_n / A_1 \cap A_2 \quad \ldots.. A_{n-1}) = P(A_n)$$

எனவே

$$P(A_n \cap A_1 \cap A_2 \cap \ldots.. A_n) = P(A_1).P(A_2)\ldots..P(A_n)$$

எனக் கிடைக்கிறது.

எடுத்துக்காட்டு 1. ஒரு பையில் 3 சிவப்பு, 6 வெள்ளை, 7 நீலப் பந்துகள் உள்ளன. பையிலிருந்து இரண்டு பந்துகளை எடுத்தால் அவற்றில் ஒன்று வெள்ளையாயும், மற்றது நீலமாயும் இருப்பதற்கான நிகழ்தகவு பின்வருமாறு:

பந்தின் மொத்த எண்ணிக்கை = 3 + 6 + 7 = 16

16 பந்துகளிலிருந்து 2 பந்துகள் எடுக்கப்படும் வகைகளின் எண்ணிக்கை = $16C_2$

$$\frac{16 \times 15}{1 \times 2} = 120$$

∴ நிறை தீர்வான வகைகளின் எண்ணிக்கை = $16C_2$

6 வெள்ளைப் பந்துகளிலிருந்து ஒரு பந்தை $6C_1$ = வகைகளிலும் 7 நீலப் பந்துகளிலிருந்து ஒரு பந்தை $7C_1$வகைகளிலும் எடுக்கலாம்.

∴ சாதகமான வகைகள் = $6C_1 \times 7C_1 = 6 \times 7 = 42$

∴ தேவையான நிகழ்தகவு = $\frac{42}{120} = \frac{7}{20}$

எடுத்துக்காட்டு - 2. சமவாய்ப்பு முறைப்படித் தேர்ந்தெடுத்த ஒரு லீப் ஆண்டில் 53 ஞாயிற்றுக் கிழமைகள் இருப்பதற்கான நிகழ்தகவு வருமாறு.

ஒரு லீப் ஆண்டிற்கு 366 நாள்களில் = 52 வாரங்கள் + 2 நாள்கள் இவ்விரு நாள்கள் பின்வருமாறு அமையலாம்.

1. ஞாயிறு, திங்கள்
2. திங்கள், செவ்வாய்
3. செவ்வாய், புதன்
4. புதன், வியாழன்
5. வியாழன், வெள்ளி
6. வெள்ளி, சனி
7. சனி, ஞாயிறு

∴ நிறைதீர்வான வகைகளின் எண்ணிக்கை = 7

இவ்வேழு வகைகளில் ஞாயிறு இரண்டு வகைகளில் மட்டும் வந்துள்ளது.

∴ தேவையான நிகழ்தகவு = 2 / 7

நிகழ்தகவுக் கொள்கையின் இன்றியமையாமை

பல அரிய சிக்கல்களுக்கு எளிதில் தீர்வு காணும் வண்ணம் நிகழ்தகவுக் கொள்கை நல்ல முன்னேற்றம் கண்டுள்ளது. நிகழ்தகவு மாதிரிகள் (probability models) முன்கூற்று (prediction) செய்ய மிகவும் பயன்படுகின்றன. மேலும், இது முழுமைத் தொகுதியின் அளவைத் (population parameter) தோராய மதிப்பீடு செய்யவும் (estimation) அவ்வாறு மதிப்பீடு செய்யப்பட்ட மதிப்புகளைச் சோதித்துப் (testing) பார்க்கவும் மிகவும் அடிப்படையாகிறது. எக்னோமெட்ரிக்ஸ் (econometrics) மாதிரிகளை உருவாக்குவதிலும், நிர்வாகத் துறையில் உருவாக்கப்படும் திட்டங்களைப் பற்றி முடிவெடுக்கவும் நிகழ்தகவுக் கொள்கை மிகவும் தேவையானது. மேலும் தொழிற்கூடங்களிலும், ஆய்வுக்கூடங்களிலும் அவ்வப்போது திடீரென நிகழும் விபத்துக்களைத் தவிர்க்கவும், விபத்துக்களால் ஏற்படும் பேரழிவைக் கட்டுப்படுத்தவும் நிகழ்தகவுக் கொள்கை உதவுகிறது. எந்திரவியலிலும், உயிரியலிலும், மரபியலிலும் நிகழ்தகவுக் கொள்கை பயன்படுகிறது. அறிவியல்துறையில் அணுக் கதிர்வீச்சின் வாழ்நாளைக் கணிக்கவும், தாவரங்களின் கலப்பினப் பெருக்கத்திலும், வருங்காலச் சந்ததியாருக்குத் தத்தம் மரபியல் பண்புகளால் ஏற்படவிருக்கும் உறுப்புக்குறைபாடுகளை (phenotypes) அறியவும், பிறக்கவிருக்கும் குழந்தை ஆணா, பெண்ணா என்பதைத் தோராயமாகக் கணிக்கவும் நிகழ்தகவுக் கொள்கை உதவுகிறது.

மருத்துவத் துறையில் நிகழ்தகவுக் கொள்கை குறிப்பிடத்தக்கது. மக்கட்தொகைப் பெருக்கத்தை மதிப்பிடவும், இறப்பு விகிதத்தின் காரணிகளைப் பற்றியறியவும், மக்களிடையே அவ்வப்போது பரவும் நோய்களின் காரணங்களை அறியவும் நிகழ்தகவுக் கொள்கை பயன்படுகிறது.

உறுதியற்ற நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றி அறியவும், ஆராயவும் நிகழ்தகவுக் கொள்கை அடிப்படையாகிறது. புள்ளியியலில் உறுதியற்ற நிகழ்ச்சியின் கீழ் எடுக்கப்படும் எந்தவொரு முடிவும் நிகழ்தகவை மையமாகக் கொண்டே அமைகிறது.

- என். இராஜாராம்

நிகிதமைடு

மூச்சுமண்டல நலமூக்கிகளில் நிகிதமைடும் (nikethemide) ஒன்றாகும். இதைக் கோரமின் என்றும் நிகோரின் என்றும் குறிப்பிடுவர். பொதுவாக நரம்பு

மண்டல ஊக்கிகளாகவும், நரம்பு மண்டலத்தைத் தளர்வடையச் செய்யும் நச்சுகளுக்கு எதிராகவும் பணிபுரியும். முகுளத்தின் மீது நேரடியாக வினைபுரிந்து, மூச்சுவிடலை அதிகரிக்கச் செய்கிறது. மூச்சு மண்டல நலமூக்கிகள் அனைத்துமே வலிப்புகளை உண்டாக்க வல்லன. வலிப்பை உண்டாக்கும் அலகுக்கும், நரம்பு மண்டல ஊக்கி அலகுக்கும் இடையிலான அளவு மிகவும் குறைவு. அண்மைக் காலமாக நிகிதமைடு மிகுதியும் பயன்படுவதில்லை.

இவ்வகை மருந்துகளில் பெருமளவில் கையாளப்படுவது டாக்சப்ராம் ஹைட்ரோ குளோரைடாகும். உணர்வு நீக்க முறைக்குப் பின், குருதி பழைய நிலைக்குக் கொண்டு வர இம்மருந்து பயன்படுகிறது. மிகையாகப் பயன்படுத்தப்பட்டால் கூடுதல் இதயத் துடிப்பு, குமட்டல், குருதி மிகு அழுத்தம், வலிப்பு ஆகியன உண்டாகலாம்.

- மு.ப. கிருஷ்ணன்

நிடேரியா

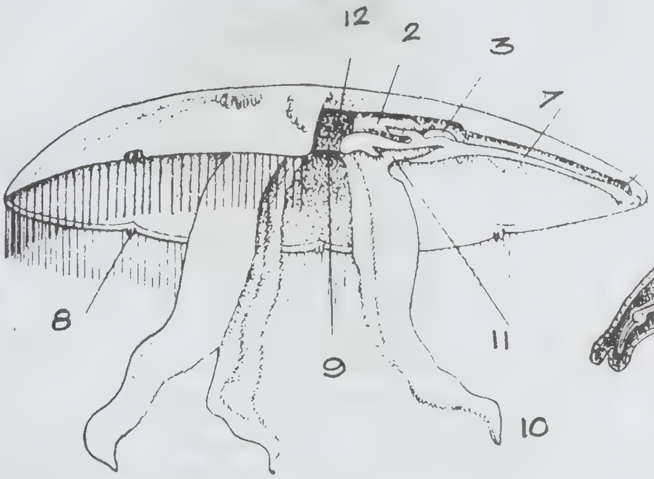
முதுகெலும்பற்ற பிரிவில் குழியுடலித் தொகுப்பைச் சேர்ந்த உயிரினங்கள் நிடேரியா எனப்பட்டன. நிடே எனும் (cnidae) கிரேக்கச் சொல் கொட்டும் தன்மையுடையவை என்று பொருள்படும். குழியுடலித் தொகுப்பிலுள்ள விலங்குகளில் கொட்டும் செல்கள் (stinging cells or nematocysts or cnidae) உள்ளமையால் இவ்வுயிரிகளை நிடேரியாக்கள் என்று குறிப்பிடுவர்.

இத்தொகுப்பிலுள்ள உயிரிகளான அரிலீயா (*Aurelia*) எனப்படும் கடல் ஜெல்லி, ஹைட்ராக்களைப் (*Hydra*) பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் மிகப் பழங்காலம் தொட்டே கண்டறிந்து விளக்கியுள்ளனர். ஹெட்சக் என்பார் 1888ஆம் ஆண்டு இத்தொகுப்பை உருவாக்கினார். இன்றைய விலங்கியல் வகைப்பாட்டியியலார் குழியுடலிகளை நிடேரியா என்றும், துணைத் தொகுதிகளாக டினோப்போரா, ஏநிடேரியா ஆகியவற்றையும் வகைப்படுத்தியுள்ளனர்.

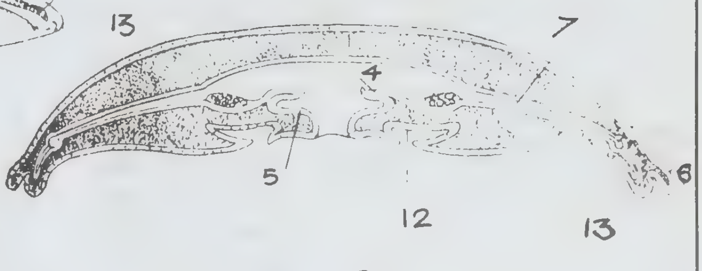
இத்தொகுப்பைச் சார்ந்த விலங்குகள் அனைத்தும் பல செல் உயிரிகளாகும். இத்தொகுப்பில் முதன் முதலில் திசுக்கள் தோன்றின என்று கூறப்படுகிறது. இவ்வின உயிரிகள் ஆரச்சமச்சீர் (radial symmetry) அமைப்பைக் கொண்டவை. உடற்சுவர் இருபடைச் செல்களால் ஆனது. வெளிச்சுவரைப் புறப்படை என்றும் உட்சுவரை அகப்படை என்றும் குறிப்பிடுவர். இவ்விரண்டு சுவர்களுக்கும் இடையே ஜெல்லி போன்ற பசைக்கூழ் (mesoglea) காணப்படுகிறது. இத்தொகுப்பு பாலிப் மெடுசா ஆகிய இருவகையான உயிரிகளைக் கொண்டது. இவ்வுயிரிகளின் உடலிலும் ஒரு குழி காணப்படுகிறது. இக்குழியே உடற்குழியாகவும், வயிற்றுக் குழியாகவும் (archenteron) செயல்படுகிறது. இதனாலேயே இவ்வின உயிரிகளைச் சீலேண்டிரேட்டுகள் எனப்படும் குழியுடலிகள் என்று பெயரிட்டுள்ளனர். கொட்டும் செல்கள் தற்காப்பிற்கும், இரையைப் பிடிக்கவும் உதவுகின்றன. இவ்வுயிரிகளில் தசைத்திசு, நரம்புத் திசுக்கள் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. சுவாச மண்டலம், ஓட்ட மண்டலம், கழிவு நீக்க மண்டலம் ஆகியவை உருவாகவில்லை. இவ்வின உயிரிகள் கலவியிலாப் பெருக்கமாம் (asexual reproduction) மொட்டு விடுதல் (budding) முறையிலும் கலவிப்பெருக்க முறையிலும் (sexual reproduction) இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. கலவியினப் பெருக்க முறையில் உருவாகும் கருமுட்டை (Zygote), பிளானுலா (planula) இளவுயிரியாக வளர்ந்து உருமாற்றம் பெற்று முதிர் உயிரி (adult) ஆகின்றது. இத்தொகுப்பு உயிரிகளின் வாழ்க்கைச் சுழற்சியில், தலைமுறை மாற்றம் (alternation of generation) நன்கு காணப்படுகிறது. இம்முறையில் தன்விருப்பில் திரியும் மெடுசாக்கள் கலவியினப் பெருக்க முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்து கரு முட்டையை உருவாக்குகின்றன. கரு முட்டையிலிருந்து வளர்ந்த உயிரி இடம் பெயராது பாலிப்பாக வளர்ந்து கலவியிலா இனப்பெருக்க முறையில் பல மெடுசாக்களை உருவாக்குகிறது. இவ்வாறு கலவியிலா இனப்பெருக்க முறையிலும் கலவியினப் பெருக்க முறையிலும் மாறி மாறி ஓர் உயிரி வாழ்தலையே தலைமுறை மாற்றம் என்பர்.

இத்தொகுப்பு ஹைட்ரோசோவா (Hydrozoa), ஸ்கைபோசோவா (Scyphozoa), ஆன்த்தோசோவா (Anthozoa) என்னும் முப்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு உள்ளது. ஹைட்ராக்கள் நன்னீரில் வாழ்பவை. இவ்வகுப்பில் நான்கு உட்பிரிவுகள் உள்ளன. ஹைட்ரோ, டியுபுலேரியா, ஒபீலியா, மில்லிபோரா, ஃபைசாலியா, பார்பிட்டா ஆகிய அனைத்தும் ஹைட்ரோசோவா வகுப்பைச் சார்ந்தவை.

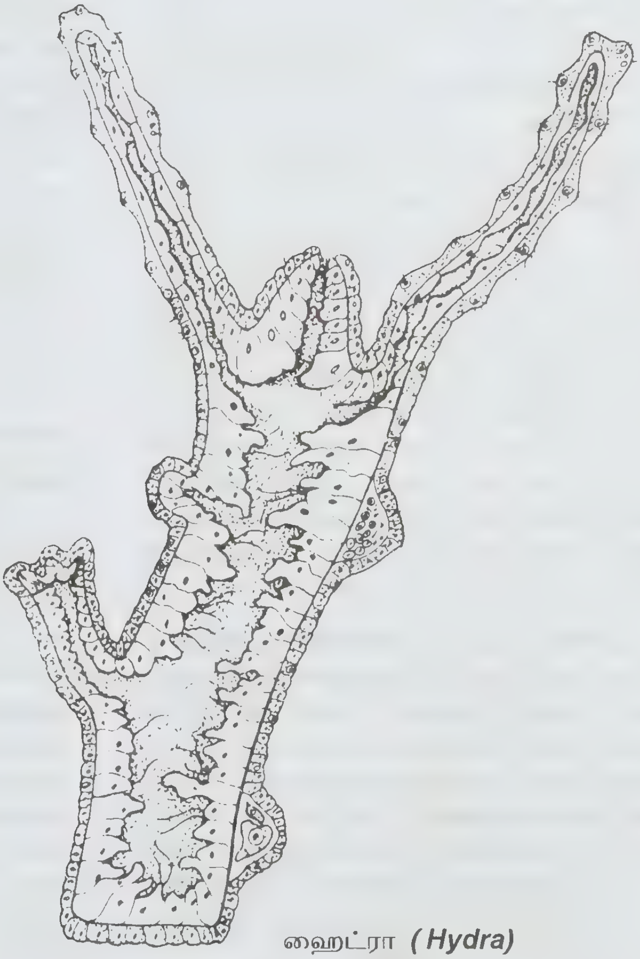
ஸ்கைபோசோவாக்கள் கவிழ்ந்து குடையைப் போன்று அல்லது சாசர் போன்ற மெடுசா உருவமைப்பை உடையன. பாலிப் பருவம் மிகக் குறுகியது. இவ்வகுப்பு



அ.



ஆ.



1. வட்டக் கால்வாய்
2. வயிற்றறைப்பை
3. இனவுறுப்பு
4. வயிற்றறை இழைகள்
5. உணவுக்குழல்
6. மடிப்பு முகடு
7. இடை ஆரக்கால்வாய்
8. விளிம்பு மடல்
9. வாய்
10. வாய்ப்புற மேற்கை
11. துணை இனப்பெருக்கக் குழி
12. இரைப்பை
13. உணர்நீட்சி உறை

அ. ஆரேலியா ***(Aurelia)***

ஆ. ஆரேலியாவின் குறுக்குத் தோற்றம்.

ஹைட்ரா ***(Hydra)***

உயிரிகளின் உடலில் பசைக்கூழ் மிகுந்து காணப்படுகிறது. இவ்வகுப்பைச் சார்ந்த அனைத்து உயிரிகளும் கடல் நீரில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. இவ்வகுப்பு ஐந்து உட்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அரீலியா, ஃபைசாலியா, ரைசோஸ்டோமா ஆகியன இவ்வகுப்பின் எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

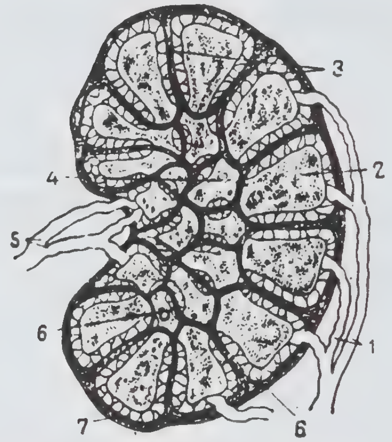
ஆன்தோசோவா வகுப்பைச் சார்ந்த உயிரிகள் பாலிப் உருவ அமைப்புடையன. இவை தனித்தோ கூட்டமாகவோ கடல் நீரில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. இவற்றின் உடற்குழி இடைச்சுவர்களால் பல அறைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வகுப்பு பத்து உட்பிரிவுகளைக் கொண்டது. பவளப்பாறைகளான டியுபிபோரா, அல்சியோனியம், நீலப்பவளம் எனப்படும் ஹீலியோபோரா, சிவப்புப் பவளம் எனப்படும் காரால்லியம், கடல் விசிறி எனப்படும் கார்கோனியா ஆகியவையும், மெட்ரீடியம் எனப்படும் கடல் பூக்களும் இவ்வகுப்பைச் சேர்ந்தவையாகும்.

- கோவி. இராமசுவாமி

நிணநீர்க் கணு

நிணநீர்த் தந்துகிகளும் நாளங்களும் வந்து சேருமிடத்தில் சிறுசிறு நீள் வடிவுடைய கணுக்கள் (lymph nodes) காணப்படும். இவை 0.1-2.5 செ.மீ. இருக்கும். குருதியுடன் நிணநீர் கலக்கும் முன் இக்கணுக்களில் வடிகட்டப்படுகிறது. கணுவில் குழிந்த பகுதியில் `(hilum) நாளமும் குருதிக் குழாய்களும் செல்கின்றன. குவிந்த புறப்பகுதியில் கணுவிற்கு வந்து சேரும் பல நாளங்கள் திறக்கின்றன. கணுவின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தை நோக்கப் புறப்பகுதி செல்களால் நிரப்பப்பட்டும் அகப்பகுதி பல்வேறு குழிகளுடனும் காணப்படும். இக்கணுக்கள் மார்பு, வயிற்றுப் பின்புறம், குடல்தாங்கி, அரை, அக்குள், கழுத்துப் பகுதிகளில் மிகுந்து காணப்படும்.

நிணநீர்க் கணுவிற்கு ஒரு புற உறையுண்டு. மெல்லிய கொல்லாஜன், நார்த்திசுச் செல்களான இதிலிருந்து கணுவினுள் வலை போன்ற பின்னல்கள் சென்று பல்வேறு பகுதியாகப் பிரிப்பதுடன் செல்களைத் தாங்கிப் பிடிக்கின்றன. நிணநீர் நாளங்கள் கணுவின் உறையைத் துளைத்துக் கொண்டு உறை அடிக்குடா (subcapular sinus), புறப்பகுதிக்குடா (subcortical sinus), அகப்பகுதிக்குடா (medullary sinus) வழியாக நிணநீரைச் செலுத்திப் பின் கொண்டு செல்லும் நாளம் வழியாகச் (efferent vessel) செலுத்தும்.



1—உட்செல்லும் நிணநாளங்கள்; 2 & 4—முடிச்சின் உள்ளே காணப்படும் கழலைகள்; 3—டிரபிகுலே; 5—வெளிச்செல்லும் நாளங்கள்; 6—நிண சைனஸ்கள்; 7—முடிச்சின் உறை

புறப்பகுதியிலுள்ள மூளைக்கு மையப் பகுதியிலிருந்து பல்வேறு செல்கள் முக்கியமாக உடல் பாதுகாப்பிற்கு உதவும் குருதி வெள்ளை அணுக்களில் ஒன்றான வடிநீர் செல்கள் (lymphocytes) உற்பத்தியாகின்றன. மேலும் மேக்கிரோபோஜன், நார்ச்செல், அகத்தோலியச் செல் (endothelial cell) , கிளையோடு செல் (dentric cells) , பெரிசைட் (pericytes) ஆகியவையும் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. தொற்று பரவ, இக்கணு வீங்கிச் சீழ்க்கட்டியாகி மிகுவலி தரும்.

- மா. ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

நிணநீர்க்கலன் அழற்சி

தீவிர நிணநீர்க்கலன் அழற்சியும் நிணநீர் வழியே பரவும் தீவிர தொற்றும் வீரியமுள்ள தொற்று நுண்ணுயிர்களால் உண்டாவதுடன், விரைவில் திசுக்களிடையே பரவவும் செய்கின்றன. கைகளில் நிணநீர்க்கலன் மிகுந்து காணப்படுவதுடன் உள்ளங்கை முன்கையின் முன்புறத்திலிருந்து இக்கலன்கள் முழங்கை மற்றும் அக்குளை நோக்கிக் கையில் உட்புறமாகச் சிரைகளை ஒட்டிச் செல்கின்றன. பகுதி நிணநீர்க்கலன் விரல்கள் உள்ளங்கையிலிருந்து புறங்கை வழியே, முழங்கையில் உள்ள நிணநீர்க் கணு மற்றும் அக்குகளில் உள்ள நிணநீர்க்கணுவிற்குச் (lymph node) செல்கிறது. சில, இவற்றைத் தவிர்த்து நேராகக் கழுத்துப் பகுதியில் உள்ள நிணநீர்க்கழலைக்குச் செல்லும். கனவல் என்பார்

சிறுவிரல் மற்றும் மோதிர விரலிலிருந்து செல்லும் நிணநீர் வடிகுழாய்கள் முழங்கையில் உள்ள முழிமேல் நிணநீர்க்கணுவிலும் (epitrochlear lymph node), கட்டைவிரல் மற்றும் கட்டைவிரலிலிருந்து அக்குளில் (axilla) உள்ள கணுக்களிலும் நடுவிரலிலிருந்து கழுத்துக்கும் செல்வதாக நிறுவியுள்ளார். இதனாலேயே நடுவிரலை அச்சுறுத்தும் விரல் (dangerous finger) என்பர். இவ்விரல் மூலம் தொற்று உடல் முழுவதும் எளிதில் பரவ வாய்ப்புண்டு.

தொற்று முதலில் நிணநீர்க்கலன் அழற்சியை ஏற்படுத்திப் பின் தசைகளில் உள்ள திசுவிற்குப் பரவும். மிகச்சிறிய காயங்களால் இத்தொற்று உண்டாவதால் நோயாளி தொடக்கத்தில் கவனிப்பதில்லை. நிணநீர்க்கலன் காணப்படும் இடத்தில் சிவந்த கோடுகளுடன் தோன்றும் அழற்சி, பின் பரவ, கை முழுவதும் நீர்த் தடையுடன் புறங்கை, மற்றும் முன் கைகளில் வீக்கம் தோன்றும். காயப் பகுதியைப் பொறுத்துக் குறிப்பிட்ட இடத்தில் முகப்புடன் சீழ்க்கட்டித் தோன்றும். விரைவில் நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள் கொடுப்பதால் சீழ்க்கட்டி உண்டாகாமல் நிணநீர்க்கலன் அழற்சியை நலமாக்கலாம்.

உடனடியாக மருத்துவமனையில் சேர்த்துக் கையைத் துணியால் சுற்றித் தாங்கு கட்டை அல்லது தூக்கியில் உயர்த்தி ஓய்வு கொடுப்பதுடன் வலி மாத்திரை, நாளவழியே குளுக்கோஸ் நீர் ஏற்றுதல், தொற்று நுண்ணுயிர்களை ஆய்வகத்தில் வளர்த்துச் சரியான நுண்ணுயிரி எதிர் மருந்தைக் கண்டுபிடித்து அளித்தல் ஆகிய செயல்முறைகளால் நோய் நீங்கி நலமடையலாம்.

- மா.ஜெ. ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

நிணநீர்த் தடை

நிணநீர்க்கலன், திசு நீர்மத்தை எடுத்துச் செல்லும் ஒருவழிப் பாதையாகையால் நிணநீர்த் தடை (lymphaticobstruction) உண்டாகிறது. இது நிணநீர்த் தேக்கம் (lymphstasis) யானைக்கால்நோய் (elephantiasis), நிணநீர் எழுமி (lymphedema) என்று பல்வேறு பெயர்களால் குறிக்கப்படுகிறது. நிணநீர்த் தேக்கத்தில் சிரைகள் விரிவடைந்து இதன் பணியைச் செய்ய முயலுகிறது. அழுத்தத்தால் வரும் தடையில் தோல் மாறுதல் காணப்படும். புறத்தோலில் (epidermis) இக்கலன்கள் காணப்படாமையாலும் தடைகளிலுள்ள நிணநீர்க் கலன்கள் பாதிப்பிலிருந்து காக்கப்படுவதாலும் மாறுதல்கள் தோன்றுவதில்லை.

நிணநீர்த் தடையில் எண் வகை உண்டு. அவை, குறிப்பிட்ட காரணங்களால் தோன்றுவது (specific lymphoedema), தொற்றினால் வருவது, ஒவ்வாமையால் வருவது, உறைபடிமத்தினால் வருவது (post traumatic lymphoedema), காயங்களினால் வருவது (post thrombotic lymphoedema), பிறவிக் குறைபாட்டால் வருவது (congenital lymphoedema), புற்றினால் வருவது (malignant lymphoedema), காரணம் கண்டுபிடிக்க முடியாமையால் வருவது என்பனவாகும்.

நிணநீர்த் தடை உண்டாக முக்கிய காரணம் மைக்ரோபைலோரியா எனப்படும் ஒருவகை நுண்ணிய புழுக்கள், கியூலெக்ஸ் கொசுவினால் பரவி, நிணநீர் நாளத்தில் நுழைந்து அடைத்துக் கொள்வதும், அழற்சி, நார்தல் போன்றவற்றை ஏற்படுத்துவதுமாகும். அரிதாகக் காணப்படும் புற்றால் பாதிக்கப்பட்ட நிணநீர்க்கணுக்கள், புற்றுச் செல்களால் தடைப்பட்ட நிணநீர் நாளங்கள், அறுவையின் மூலம் பாதிக்கப்பட்ட கணுக்களின் நீக்கம் ஆகியவற்றாலும் உண்டாகலாம்.

பிறவிக் குறைபாடால் உண்டாகும் நிணநீர்த் தடை நிணநீர் நாளங்களின் குறைவான எண்ணிக்கை (hypoplastic), நிணநீர் நாளமின்மை (aplastic), நிணநீர்க்கலன் வீர்ப்பு (lymphangiectasis) முதலியவற்றால் தோன்றலாம். இளம் பருவத்தில் தடை உண்டானால் அதை இளைய நிணநீர்த் தடை என்றும் (lymphoedema precox), முதிர் பருவத்தில் உண்டாவதை முதிய நிணநீர்த் தடை (lymphoedema tardy) என்றும் குழந்தைப் பருவத்தில் வருவதைப் பிறவி நிணநீர்த் தடை (lymphoedema congenita) என்றும் குறிப்பிடலாம்.

மருத்துவம். காரணங்களைக் கண்டுபிடித்துத் தொடக்க நிலையில் மருத்துவத்தால் நலமாக்கலாம். நாட்பட்ட நிணநீர்த் தடையை மீட்சியுறும் (elastic) துணிகொண்டு கட்டி, லாசிக்ஸ் போன்ற மருந்துகளை நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகளுடன் கொடுத்து மாற்ற முயலலாம்.

அறுவை மருத்துவம். நார்தல் போன்ற நிலைகளில் பல்வேறு அறுவை மருத்துவமிருந்தாலும் அவை ஓரளவே பயனளிக்கின்றன. உருப்பெருக்கியைப் பயன்படுத்திச் சிரையையும் நிணநீர்க் கழலையையும் இணைத்துச் செய்யப்படும் அறுவையைத் தொடக்கத்திலேயே நிகழ்த்த வேண்டும். நாட்பட்ட நோய்க்கு, தோலையும் தோல் திசுவையும் வெட்டிக் களைந்து விட்டு ஒட்டுறுப்பு அறுவை மூலம் மீண்டும் புதிய தோலால் மூடப் பருமன் குறைந்து காணப்படும்.

- மா. ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

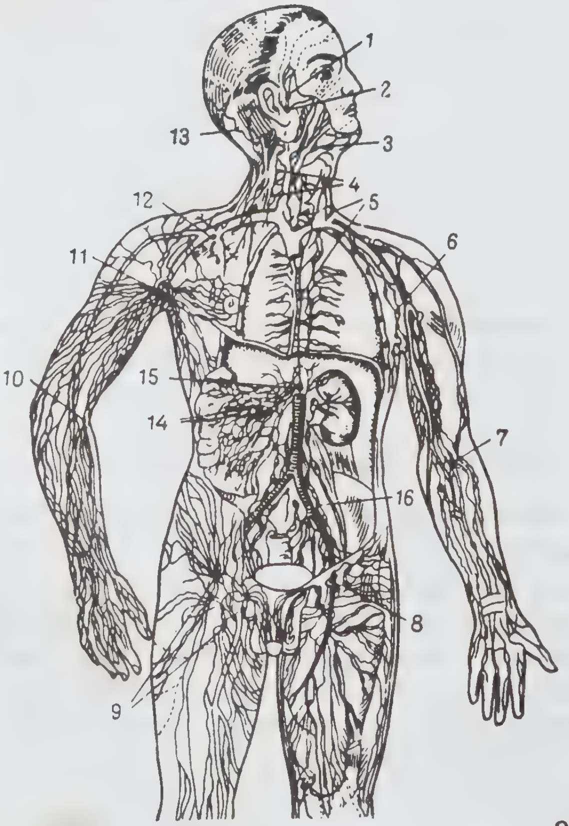
நிணநீர் மண்டலம்

இம்மண்டலம், சிரை மண்டலத்திற்குத் துணை புரியும் வடிகாலாக இயங்கி வருகிறது. தமனிகளால் வழங்கப்படும் குருதி ஓரளவே சிரைகளால் வடிகட்டப்படுகிறது. எஞ்சியது திசு நீர்மமாக (நிணநீர்) மாறி, நிணநாளங்களால் வடிகட்டப்படுகிறது. தந்துகிகளால் வடிகட்டப்பட முடியாத பெரிய கூழ்மத் துகள்களை, நிண நாளங்கள் வடிகட்டுகின்றன. ஆகவே நிண மண்டலத்தை (lymphatic system) ஒரு கரடு முரடான வடிகால் திட்டம் எனவும், சிரை மண்டலத்தை ஒரு நுணுக்கமான வகை எனவும் கொள்ளலாம். நிணநீர், வடிகட்டிகளாகிய நிணக் கணுக்கள் வழியாகச் சென்று இறுதியில் சிரைக் குருதியை அடைகிறது.

நிண நாளங்கள். திசு இடைவெளிகளிலிருந்து நிணத் தந்துகிகள் தொடங்குகின்றன. மெல்லிய நுண்ணிய வலைப் பின்னலை அமைத்து, பல்வேறு வழிகளில் தல நிணக் கணுக்களை அடைகின்றன. மேலே காணப்படும் தோலடி நிண நாளங்கள் சிரைகளையும், ஆழமாகக் காணப்படும் நிண நாளங்கள் தமனிகளையும் பின்பற்றுகின்றன. இவ்வமைப்புக்கு நாக்கின் நிண நாளங்கள் விதிவிலக்காகும்.

தல நிணக் கணுக்கள் வழியாக நிண நீர் செல்லும்போது அதிலுள்ள வேண்டாப் பொருள்களை நுண்வலையகத்தோலியச் செல்கள் (reticuloendothelial cells) தடுக்கின்றன. வடிகட்டப்பட்ட நிணநீர், பெரிய நிண நாளங்கள் வழியாகச் சிரைக் குருதியை அடைகிறது. மேல் தோல் நகம், மயிர், பளிங்கு குருத்தெலும்பு, எலும்பு மஜ்ஜை, மண்ணீரலின் சிவப்புக் கூழ், மைய நரம்பு மண்டலம் ஆகியவற்றிற்கு நிண நாளங்களே இல்லை.

நிணத் திசு. நிணச் செல்கள் உடலின் பல பகுதிகளில் கூட்டமாகக் காணப்படுகின்றன. நிணக் குமிழ் என்னும் ஓர் அடிப்படை அமைப்புமுண்டு. வெளிறிய வளர்ச்சி மையத்தில் காணப்படும் நிணச் செல்களின் வட்டமான கூட்டமே குமிழ் எனப்படுகிறது. இங்கு நிணச்செல்கள் தளர்ந்த நிலையில் ஓர் உட்கரு கொண்டுள்ளன. நிணக் கணுக்கள், மண்ணீரல், டான்சில், தைமஸ், சிறுகுடலின் பேயர் திட்டுக்கள் ஆகியன குறிப்பிடத்தக்க நிண உறுப்புகளாகும்.



1,2 முன்காது நிணநீர் முடிச்சுகள்
3. மேல்தாடை அடி முடிச்சுகள்
4. கழுத்து முடிச்சுகள்
5. மார்பு நிணநாளம்
6, 11 அக்குள் முடிச்சுகள்
7,10 முழங்கை முடிச்சுகள்
8,9 தொடை இடுக்கு முடிச்சுகள்
12. காரையடி முடிச்சுகள்
13. பின்தலை முடிச்சுகள்
14. குடல் இணை முடிச்சுகள்
15. மார்பு நிணநாளத் தொடக்கம்
16. இலியாக் முடிச்சுகள்

நிணநீர் மண்டலம்

நிணக் கணுக்கள். சிறிய நிண நாளங்களின் பாதையில் நிணக் கணுக்கள் காணப்படுகின்றன. நிணக் கணுக்கள் வடிவத்திலும், அமைப்பிலும், வண்ணத்திலும் மாறுபட்டுள்ளன. அவற்றின் விட்டம் 1-20 மி.மீ. இருக்கும். கல்லீரல் நிணக் கணுக்கள் மாநிறமாகவும், நுரையீரல் நிணக் கணுக்கள் கறுப்பாகவும், குடல் நிணக் கணுக்கள் மஞ்சள் கலந்த வெண்மையாகவும் இருக்கின்றன. அக்குளிலிலும், தொடை இடை இடுக்கிலும், குடலிணைச் சவ்விலும், மையத்தானத்திலும் கணுக்கள் கூட்டமாகக் காணப்படுகின்றன. சிறியவை சிரைகளை அடுத்தும், பெரியவை தமனிகளை அடுத்தும் அமைந்திருக்கின்றன.

பணிகள். திசு வளிகளிலிருந்து புரத மூலக்கூறுகள் உட்கவரப்படும். எஞ்சிய நசிந்த செல்களும், அயற்பொருள்களும் நிணக் கணுக்களுக்கு அனுப்பப்பட்டு வெளியேற்றப்படும். நிண உறுப்புகளின் மிக இன்றியமையாப் பணி, நிணச் செல்களை உருவாக்குவதேயாகும். நிணச் செல்கள் எதிர்ப் பொருள்களை உருவாக்கி உடலின் எதிர்ப்பாற்றலை ஊக்குவிக்கின்றன. குடலிலிருந்து கொழுப்புப் பொருள்களைக் கடத்துவதும் நிணச் செல்களேயாகும். நிணக் கணுக்கள், வடிகட்டிகளாகப் பணியாற்றி, எந்த அயல் பொருளும் குருதியை அடையாதவாறு காக்கின்றன. உடல் வளர்ச்சிக்குத் தைமஸ் உதவக்கூடும். குருதியின் சிவப்பு அணுக்களை அழித்து, தடுப்பாற்றல் எதிர்ப்பொருள்களை வெளிப்படுத்துவது மண்ணீரலின் பணியாகும்.

வேண்டாத அயற்பொருள்களை நிணக் கணுக்கள் வடிகட்டுவதால் அவை அழற்சியடைந்து வீங்குகின்றன. நிணக் கணுக்கள் வீங்கிச் சிவந்து, சிலபோது சீழ் நிலையை அடைகின்றன. நிணக் கணுக்களின் வீக்கத்திற்குக் காசமும் மேக நோயும் காரணமாகின்றன. யானைக்கால் வீக்கத்தின் போதும், புற்றுநோய் நிலைகளின் போதும், ஹாட்ஜ்கின் நோயின் போதும் நிணக் கணுக்கள் வீங்குகின்றன. வீங்கிய நிணக்கணுக்களில் நோய்க் கூறாய்வு செய்து எளிதில் நோயை அறுதியிடலாம்.

புற்றுநோயை அறுதியிடவும் பரப்பவும் நிணக்கணு அடிப்படையாகிறது. நோயின் முன் கணிப்பிற்கும், புற்றுநோயின் வகையைத் தெரிந்து கொள்ளவும் உதவுகிறது. புற்று நோய்க்கான அறுவையின்போது அருகேயுள்ள பாதிக்கப்பட்ட நிணக் கணுக்களை முழுமையாக அகற்றிவிடலாம்.

- அ. கதிரேசன்

நிணநீர் மண்டலம் (விலங்கியல்)

முதுகெலும்பிகளின் உடலில் பெரும்பான்மையான உறுப்புகளிலும், தசைகளிலும் பின்னிப் பிணைந்திருக்கும் மென்மையான சுவர்களைக் கொண்ட நுண்குழாய் களாலான குழாய் மண்டலம், நிணநீர் மண்டலம் (lymphatic system) ஆகும். நிணநீர் மண்டலக் குழாய்ப் பின்னல்கள், மூளையிலும் எலும்புகளிலும் காணப்படுவதில்லை. இந்நிணநீர் நுண்குழல்கள் ஒன்று சேர்ந்து பெரிய கால்வாய்களாகின்றன. இந்நாளங்கள் சிரைமண்டலத்திலிருந்து தொடங்கிப் பெரும் குழல்களாக இணைகின்றன. நிணநீர் மண்டலத்தின் மார்பு நாளம், தண்டுவடத்தின் பக்கமாக ஓடிக் கழுத்துப்பகுதியில் சப்கிளாவியன் சிரையின் அடியில் இணைகிறது.

நிணநீர்த் திரவம் தசை இடைவெளிகளில் இருந்து குருதி நுண்குழல்களின் வடிகட்டும் தன்மையின் மூலம் உருவாகிறது. இந்நாளங்களில் நிணநீர்த் திரவம் தெளிவாகவும், நீர் போலவும் காணப்படுகிறது. நிணநீர், நீண்ட நிணநீர் நாளங்களின் இடைவெளிகளில் காணப்படும் எண்ணற்ற பஞ்சு போன்ற நிணநீர் முடிச்சுகளின் (lymph nodes) வழியாகச் செல்கிறது. இவ்வாறு செல்லும் நிணநீர் பல நிணநீர்ச் செல்கள் அல்லது வெள்ளையணுக்களைப் பெற்றுக் கலங்கிய நீர்மமாகக் காணப்படுகிறது.

நிணநீர் நாளங்கள் மற்ற நுண்குழல்களைவிட எண்ணற்ற ஒருவழிச் செலுத்து அடைப்பான்களைக் (valves) கொண்டுள்ளன. இவை நிணநீர் பின்னோக்கிப் பாய்வதைத் தடுக்கின்றன. நிணநீர் மண்டலத்தின் முக்கிய பணி, திசுக்களில் இருந்து வெளிப்பட்ட புரத மூலக்கூறுகளையும் பாக்டீரியா போன்ற நுண்ணுயிர்களையும் அகற்றுவதோடன்றிக் கொழுப்புச் சத்தினைக்குடற்பகுதியில் இருந்து குருதி மண்டலத்திற்கு எடுத்துச்செல்வதும் குருதிமண்டலத்திற்கு நிணநீர்ச் செல்கள் அல்லது வெள்ளையணுக்களை அளிப்பதுமாகும்.

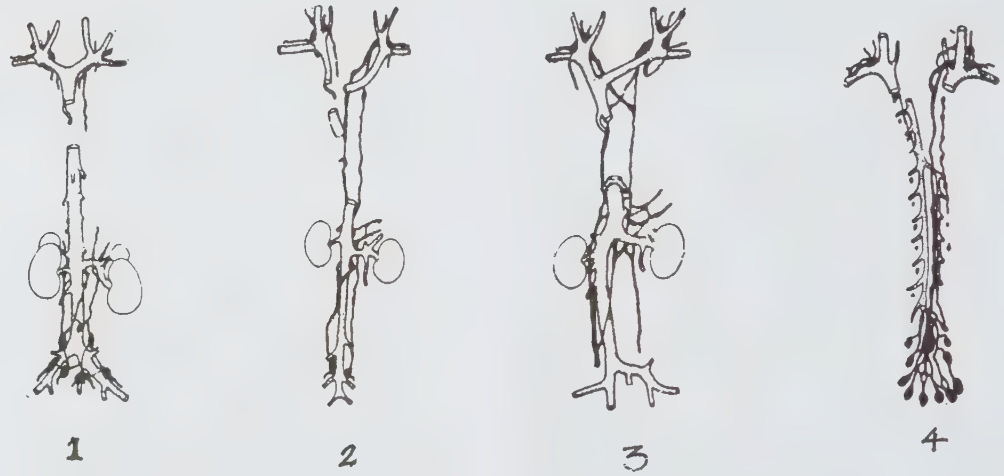
சில தொன்மையான விலங்குத் தொகுதிகளின் இனங்களில்கூட நிணநீர்த் திசுக்கள் தெளிவாகக் காணப்படுவது குறிப்பிடத்தக்கது. அறிவியலார் வளைதசைப் புழுக்களிலும், மெல்லுடலிகளிலும், பல முதுகெலும்பற்றவையிலும் நிணநீர்ச் செல்கள் உள்ளமையைக் குறிப்பிட்டுள்ளனர். பொதுவாக, மிகவும் தொன்மையான மற்றும் மிகக்குறைந்த அளவே மாற்றங்களைக் கொண்டுள்ள குருதிச் செல்கள் முதுகெலும்புள்ளவையின் நிணநீர்ச் செல்களை ஒத்துக்

காணப்படுகின்றன. தொன்மையான முதுகெலும்பு உள்ளவையின் நிணநீர்ச் செல்கள் மற்ற வகைச் செல்களாக மாறுவது உண்மை என அறியப்பட்டுள்ளது. நிணநீர் முடிச்சுகள் வால் முதுகெலும்புள்ளவையின் உடற்சுவரிலும் செரிமான மண்டலத்திலும் காணப்படுகின்றன.

முதுகெலும்பற்றவையில் குருதி மற்றும் நிணநீர் நாளங்களைப் பிரித்தறிவது கடினம். பெரும்பாலும் இவ்விரு மண்டலங்களும் ஒரே வகையான தோற்றுவழியினால் உருவாகின்றது. தொன்மையான முதுகெலும்பிகளின் நிணநீர் நாளங்கள் குருதிக் குழல்களைச் சுற்றியமைந்துள்ளன. மேலும் இவை மைய நரம்பு மண்டலம், முதுகுப்புறத் துடிப்புகள் ஆகியவற்றைச் சுற்றியும் காணப்படுகின்றன. எ.டு. ஆம்பியாக்சிஸ்.

முதுகெலும்பிகளின் சிரைமண்டலங்களைப் போலவே நிணநீர் மண்டலம் பரவிக் காணப்படும். இது ஆழமான புறக் கிளைகளாகக் காணப்படுகிறது. ஆழமான நிணநீர் மண்டல அமைப்புகள் இதயச் சிரைகளுடன் தொடர்புகொண்டுள்ளன. புற அமைப்புகள் இவற்றுடன் இணைந்து காணப்படுகின்றன.

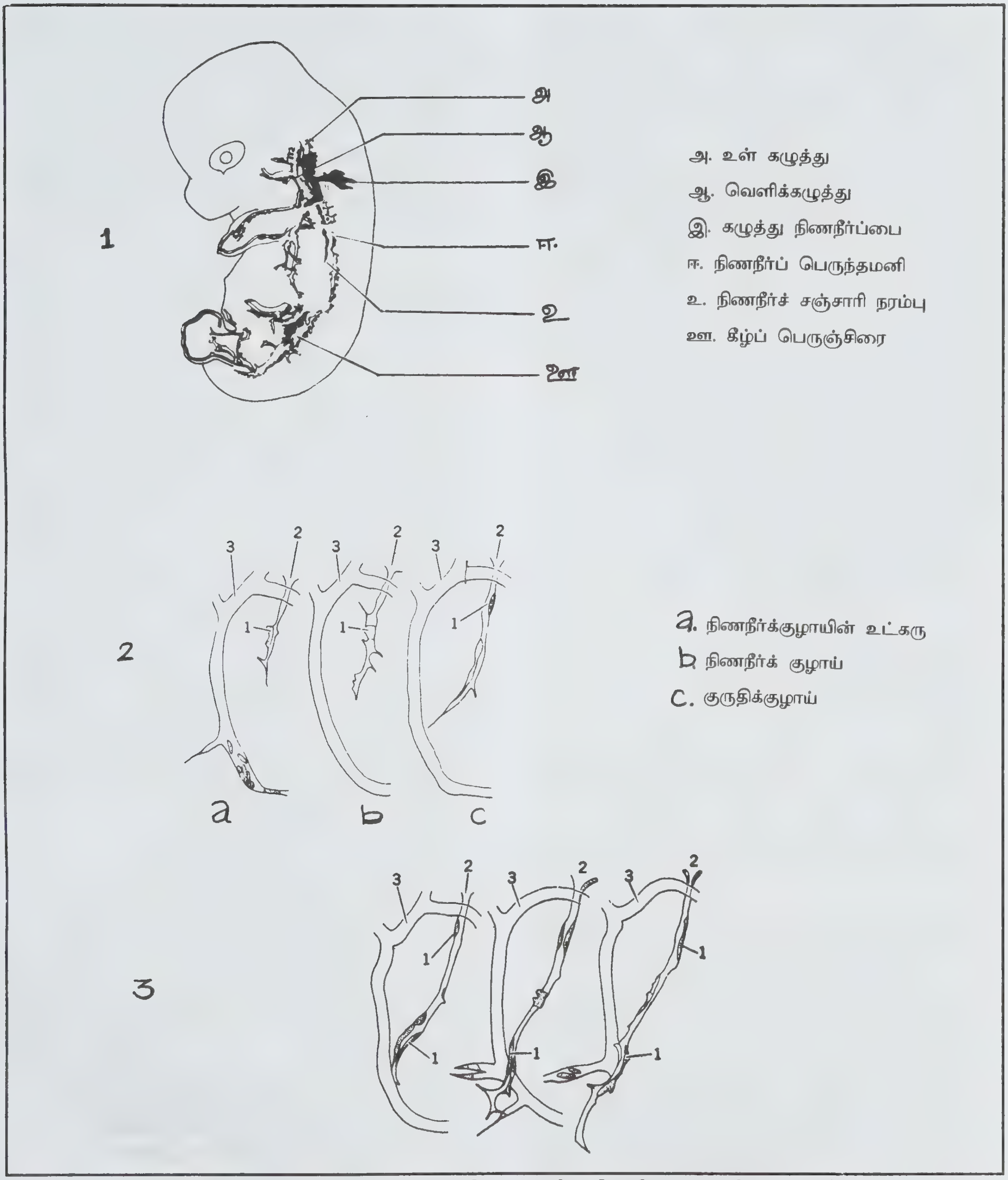
நிணநீர் மண்டலத்தின் அமைப்பும் வளர்ச்சியும் பல்வேறு இனங்களில் வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. சிலவற்றில் குருதி ஓட்டச் சிரைமண்டலம் நிணநீரை எடுத்துச் செல்லும் பணியைச் செய்கிறது. ஆனால் கேனாய்டு, எலும்புமீன், குருத்தெலும்பு மீன் போன்றவற்றில் நன்கு வளர்ச்சியடைந்த நிணநீர் மண்டலம் காணப்படுகிறது. குருத்தெலும்பு மீன்களில் நிணநீர் நாளங்கள் குருதிக் குழல்களைச் சூழ்ந்து காணப்படுகின்றன. மற்ற மீன்களில்



பாலூட்டிகளின் முதன்மை நிணநீர் உடற்கூறு

1. தென் அமெரிக்கக் குரங்கு
2. லேப்பஸ் பாலூட்டி விலங்கு
3. பொதுவான பாலூட்டிகள்
4. மனித உறுப்பு

இவை குருதிக் குழல்களுடன் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டிருக்கவில்லை. குருத்தெலும்பு மீன்களில் ஒன்று அல்லது இரண்டு பெரிய நாளங்கள் தமனியுடன் இணையாக ஓடுகின்றன. இவற்றைப் பாலூட்டிகளின் சான்றாக மனிதனின் மார்பு நிணநீர் நாளங்களோடு ஒப்பிடலாம். இந்நிணநீர் நாளங்களில் ஒருவழிச் செலுத்து அடைப்பான்கள் காணப்படுவதில்லை.



1, முயல் கருவில் நிணநீர்க் குழாய்கள் 2. தலைப்பிரட்டையில் நிணநீர்க் குழாயின் வளர்நிலை

3. நிணநீர் நாளத்தின் வளர்ச்சி

இருவாழ்விகளின் நிணநீர் மண்டலம் மிகப்பெரிய தோலடி நாளங்களைக் கொண்டு நீர்ப்பதம் இன்மையால் ஏற்படும் இடரிலிருந்து காக்கும். இவற்றின் நிணநீர்ப் பைகள் அடிக்கடி விரிகின்றன. நிணநீர் மண்டல இதயங்கள் உடலின் பல்வேறு பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. ஆனால், இவற்றை உயர்ந்த முதுகெலும்பிகளில் காணப்படும் நிணநீர் முடிச்சுகளோடு ஒப்பிடமுடியாது. ஊர்வனவற்றில் மிகச்சிறந்த நிணநீர் மண்டலம் காணப்படுகிறது. ஆனால், இருவாழ்விகளில் காணப்படுவதுபோலச் சிறப்புக்கூறுகள் இல்லை. முதலைகளில் வயிற்றுப்பிரிப்புச் சுவரில் உண்மையான நிணநீர் முடிச்சுகள் காணப்படுகின்றன.

பறவைகளின் நிணநீர் மண்டல வளர்ச்சியில் சிறப்பான நிலைகள் காணப்படுகின்றன. பறவைகளில் மற்ற முதுகெலும்பிகளில் காணப்படுவது போன்ற அதிகக் குருதி நீர்மப் பகுதி, குருதி நுண்குழாய்களில் இருந்து ஊடுருவித் தசைகளின் செல்களையடையும். இவ்வாறு ஊடுருவிய நீர்மப்பகுதியினை நிணநீர் நுண்குழாய்கள் சேகரித்து நிணநீர் நாளங்களுக்கு அனுப்புகின்றன. இவற்றின் முழு நிணநீர் மண்டலம் இரண்டு மேல் குருதிச் சிரையினை (venae cava) நோக்கிக் குவிகிறது. இதனால் முதன்மை நிணநீர் மண்டலம் செயல்படுவதில்லை. இச்சிரைகள் தலை, கழுத்து, இறக்கைகளில் இருந்து குருதியைக் கொண்டு வருகின்றன. பறவைகளில் சிரைமண்டலமும், நிணநீர் மண்டலமும் இணைந்து காணப்படுவது பாலூட்டிகளில் காணப்படுவது போன்று அமைந்துள்ளது.

பறவைகளின் நிணநீர் ஓட்டம், ஒருவழிச்செலுத்து அடைப்பான்களால் ஒழுங்குபடுத்தப்படும். நிணநீர் முடிச்சுகள் பறவைகளில் காணப்படுகின்றன. பறவைகளின் மலக்குடல் பகுதியில் நிணநீர்த் திசுக்கள் மிகுந்துள்ளமையால் இதனைக் குடல் உள்நாக்கு (intestinal tonsil) என்பர்.

பாலூட்டிகளின் நிணநீர் முடிச்சுகளின் அமைப்பு, அளவு ஆகியன இனத்திற்கு இனம் வேறுபடுகின்றன. பல்வேறு வகையான பாலூட்டிகளில் நிணநீர் முடிச்சுகளின் எண்ணிக்கையும் அமைப்பும் வியக்கத்தக்க அளவில் மாறுபடுகின்றன. சான்றாக நாய்களில் 60 நிணநீர் முடிச்சுகளும், பசுக்களில் 300உம், மனிதனில் 465உம், குதிரைகளில் 8000 முடிச்சுகளும் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் நாய் மற்றும் பசுக்களின் நிணநீர் முடிச்சுக்களை ஒப்பிடும்போது மனிதன் மற்றும் குதிரைகளில் காணப்படும் நிணநீர் முடிச்சுகள் சிறியனவாகக் காணப்படுவதுடன் அவற்றின் அமைப்புகளும் மாறுபடுகின்றன.

நிணநீர் முடிச்சுகளின் வளர்ச்சியும் அளவும் அவற்றில் காணப்படும் இணைப்புத் திசுக்களின் அளவும் வெவ்வேறு பாலூட்டிகளிலும் இனத்திற்கு இனம் மாறுபடுகின்றன. இவை பன்றி, நாய், ஆடு, முயல், கினியாப் பன்றிகளில் ஓரளவே வளர்ச்சியடைந்துள்ளன. உள்நாக்கு, தைமஸ் சுரப்பி, மண்ணீரல் போன்றவையும் சில விலங்குக் குழுக்களில் சில கூட்டுத்திசு அமைப்புகளும் மற்ற நிணநீர் உறுப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன. எ.டு: பல்சா ஃபேப்ரிசியஸ்.

செயல்கள். நிணநீர்த் திசுக்களின் முக்கியச் செயல் லிம்போசைட்டுகளை உருவாக்குவதேயாகும். முன்னோக்கிச் செல்லும் நிணநீர் நாளங்களில் நிணநீர் முடிச்சுகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் காணப்படும் லிம்போசைட்டுகள் பின்னோக்கிச் செல்லும் நாளங்களைவிட மிகுந்து காணப்படுகின்றன. நிணநீர், நிணநீர் முடிச்சுகளின் வழியாகச் செல்லும்போது அவற்றில் லிம்போசைட்டுகள் சேர்ந்துகொள்கின்றன. இந்த லிம்போசைட்டுகள் தமனி மண்டலங்களுடன் ஒப்பிடும்போது சிரைமண்டலங்களில் மிகுதியாகவே காணப்படுகின்றன. புதிதாகத் தோன்றிய லிம்போசைட்டுகள் அதே நிலையில் குருதி நுண்நாளங்களுக்கும், சிரைகளுக்கும் நகர்கின்றன.

நிணநீர் நுண்நாளங்கள் அடர்த்தியான வலைப்பின்னல்களாக உடலின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் பின்னிப் பிணைந்துள்ளன. இவை இணைந்து பெரிய நாளங்களாகின்றன. இவற்றின் சுவர்களில் இணைப்புத்திசு காணப்படுகிறது. இந்நிணநீர் நுண்நாளங்களின் வட்டமான முனைகளைக் குடல் உறிஞ்சிகளில் காணலாம். இவை, கொழுப்புச் சத்தினைக் குடல்களில் இருந்து பிரித்து அதனைப் பால்ம நிலையில் எடுத்துச்செல்லப் பயன்படுகின்றன.

பெரிய நிணநீர் நாளங்களின் சுவர்கள் எண்ணற்ற கொலாஜன் இழைகளையும், மீள்தன்மை கொண்ட இழைகளையும், மென்மையான தசை நார்களையும் கொண்டு காணப்படுகின்றன. ஏறத்தாழ 0.2 மி.மீ. குறுக்களவுள்ள நிணநீர் நாளங்களின் சுவர்களில் உள்ளடுக்கு, நடு அடுக்கு, வெளியடுக்கு ஆகிய அடுக்குகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் வெளியடுக்கு கடினமானதாகும்.

நிணநீர் முடிச்சுகள். நிணநீர் முடிச்சுகளில் உட்செல், வெளிச்செல் நிணநீர் நாளங்கள் காணப்படுகின்றன. புறணிப் பகுதியில் (cortex) அடர்த்தியான நிணநீர் முடிச்சுகள் காணப்படுகின்றன. இவை சிறிய லிம்போசைட்டுகளால் ஆனவையாகும். இம்முடிச்சுகளின் வளரும் மையங்கள்

நிணநீர்ச் செல்களைக் கொண்டு காணப்படுகின்றன. இப்பகுதியில் செல்பகுப்பு முறை (mitosis) விரைவாக நடைபெறுகிறது.

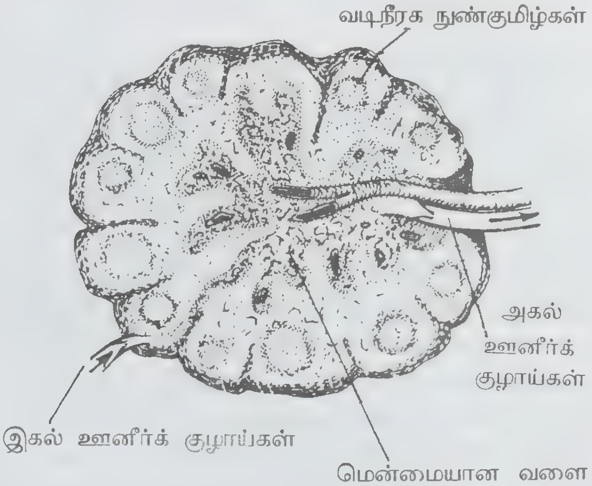
- கே. வாசுதேவன்

துணைநூல். S.W.Hoar, *General and Comparative Physiology,* EEC Private Ltd, New Delhi, 1985.

நிணநீர் முண்டுகள்

வடிநீர்ச் செல்கள் (lymphocytes) சிற்சில திசுக்களில் குவிகின்றன. இவற்றை வடிநீரகத் திசு (lymphoid tissue) என்பர். பொதுவாக மைய வடிநீரகத் திசு என்றும், புற வடிவநீரகத் திசு (peripheral lymphoidtissue) என்றும் இருவகைப்படும். முன்கூறிய மைய வடிநீரகத் திசுக்கள் எலும்பு மஜ்ஜை தைமஸ் ஆகும். இவை இவ்வாறு குறிக்கப்படுவதற்குக் காரணம் வடிநீர்ச் செல்கள் பிறக்கும் முன்னே உயிரியின் வாழ்வில் தொடக்கத்தில் (prenatal stage of ontogenesis) இவற்றில் தோன்றியது. வடிநீர்க்கணு எனப்படும் நிணநீர் முண்டுகள் (lymph nodes), மண்ணீரல் (spleen), குடல் தொடர்பான வடிநீரகத் திசுக்கள் ஆகியன புறவடிநீரகத் திசுக்கள் எனப்படும்.

புறவடிநீரகத் திசுக்களாம் நிணநீர் முண்டுகள் கழுத்து, முனையுறுப்புகள் (limbs) உடலிங்கனையும் பகுதி, அக்குள் மற்றும் கவட்டை (axilla and inguinal region) முதுகுத்தண்டின் முன்பகுதி (anterior aspect of vertebral column) எனப் பரவியுள்ளன.



நிணநீர் முண்டு

இவற்றின் அடிப்படை அமைப்பு ஒரு கூடு (capsule), அதனுள் தடுப்புகள் (tribiculae) ஆகியன. இவை நாரிய இணைப்புத் திசுக்களின் (fibrous connectivetissue) வகையில் அமைந்திருக்கும். இகல் ஊனீர்க் குழாய்கள் (afferent lymphatic vessels) இந்தக் கூட்டினுள் நிணநீரை முண்டுகளுக்கு அப்பால் உள்ள திசுக்களினின்று கொணர்கின்றன. ஒவ்வொரு நிணநீர் முண்டுக்கு உட்புறத்திலும் பல வளைகள் (sinuses) வளைவளையங்கள் (sinusiods) அமைந்த தொடர் அமைப்புள்ளது. இவற்றின் வழியாக நிணநீர் கசியும்போது, நிணநீரை வடிநீரக நுண்குமிழிகள் (lymphoid follicles) எதிர்கொள்கின்றன. இவ்வடிநீரக நுண்குமிழிகள் பெருவிழுங்கிச் செல்களாலும் (macrophages) வடிநீர்ச் செல்களாலும் சூழப்பட்டுள்ளன. உள்வரும் ஊனீரில் ஏதாவது எதிர்ச்செனி (antigen) இருந்தால் அது அந்த எதிர்ச்செனியுடன் எதிர்வினை புரியக் காத்திருக்கும் வடிநீர்ச் செல்களைத் தூண்டி விடுகிறது. உடனே பெரிய வடிநீர்ச் செல்களும், பிளாஸ்மா செல்களும் அந்த நிணநீர் முண்டின் அகல் ஊனீர்க்குழாய்கள் (efferent lymphatic vessels) வழியே வெளியேறுகின்றன. இந்த நிணநீர்க் குழாய்கள் சிரைகளுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளன.

இந்த நிணநீர் முண்டுகளுக்கும் தனித்த குருதி ஓட்ட அமைப்புண்டு. குருதி நாளங்கள் நிணநீர் முண்டின் மென்மையத்தில் (medulla) நுழைந்து, ஒட்டுப்பகுதியில் (cortical region) சிறு தந்துகிகளாகப் பிரிகின்றன. ஒட்டுப்பகுதியருகில் அமைந்துள்ள இன்டர்ஸ்டிசியல் (interstitial) செல்களுக்கிடையே தொடங்கும் சிறுசிரைகளில் ஒரு சிறப்பான அமைப்புண்டு. இங்குள்ள தடித்த செல்சுவர் வழியாக வடிநீர்ச் செல்கள் குருதியோட்டத்திலிருந்து நிணநீர்க் கணுவிற்குள் செல்லவல்லன.

- இரா. தனஞ்செயன்

நிணநீரியல்

நிணநீர் பற்றிய அறிவியல், நிணநீரியல் (serology) ஆகும். பயிர்கள் நச்சுயிரி நோய்களால் தாக்கப்பட்டுள்ளமையை அறிவதற்கு நிணநீர்க் கணிப்பு முறை கடைப்பிடிக்கப்படுகிறது. நச்சுயிரிச் சாற்றினை முயலின் குருதியில் கலக்குமாறு உட்புகுத்தினால் அக்குருதியில் எதிர்ப்புப் பொருள்கள் உருவாகின்றன. எதிர்ப்புப் பொருள்களைக் கொண்ட குருதியிலிருந்து கிடைக்கும் நீர், எதிர் நிணநீர் ஆகும். ஒவ்வொரு வகை நச்சுயிரிக்கும்

இவ்வகையில் தனித்தனியாக எதிர் நிணநீர் உருவாக்கப்படும்.

செடி எந்த நச்சுயிரியால் தாக்கப்பட்டுள்ளது எனத் தெரியாத நிலையில் அச்செடிச் சாற்றினை ஒவ்வொரு வகை எதிர் நிணநீருடனும் கலந்தால் சிலவற்றில் படிவு உண்டாகும். படிவு உண்டானால் அவ்வகை நச்சுயிரியால் செடி தாக்கப்பட்டுள்ளமையை அறியலாம். சான்றாக உருளைக்கிழங்கு மிதத் தேமல் எதிர் நிணநீருடன் உருளைக்கிழங்குச் செடிச் சாற்றைக் கலந்து படிவு ஏற்பட்டால் உருளைக்கிழங்கு, மிதத் தேமல் நச்சுயிரியால் தாக்கப்பட்டுள்ளமையை உறுதி செய்யலாம். படிவு ஏற்படவில்லையெனில் அந்நச்சுயிரியால் தாக்க முறவில்லை எனலாம்.

சில செடிகள் நோயால் தாக்கமுற்றிருப்பினும் வெளிப்படையாக அறிகுறிகளைக் காட்டுவதில்லை. எனவே, அவ்வாறான செடிகள் எந்த நச்சுயிரியால் தாக்கப்பட்டுள்ளன என்பதை இம்முறையில் எளிதில் அறியலாம். உருளைக்கிழங்கில் தோன்றும் மிதத் தேமல் நச்சுயிரி, இலை நரம்புக் கருத்தல் நச்சுயிரி, அக்குபா நச்சுயிரி முதலானவற்றைக் கண்டறிவதற்காக எதிர் நிணநீர் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

நிணநீர்ச் சார் ஆய்வுகளில் ஒட்டுத்திரள் ஆய்வு, குழாய்ப் படிவு ஆய்வு, இரட்டைப் பரவல் ஆய்வு ஆகிய வழிமுறைகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

ஒட்டுத்திரள் ஆய்வு. இது கண்ணாடித் தகட்டிலேயே செய்யக்கூடிய எளிய முறையாகும். நோயுள்ளதா எனக் கண்டறிய வேண்டிய செடியின் இலைகளைக் கசக்கிச் சாறு பிழிந்து அதில் ஒரு சொட்டுச் சாற்றைக் கண்ணாடித் தகட்டின் ஓர் ஓரத்தில் வைக்க வேண்டும். நோய் இல்லாத செடியின் இலைகளிலிருந்து சாறு எடுத்து அதில் ஒரு சொட்டைக் கண்ணாடித் தகட்டின் மற்றோர் ஓரத்தில் வைக்க வேண்டும். ஒரு சொட்டு எதிர் நிணநீரை நோயுள்ளதா எனக் கண்டறியப்பட வேண்டிய செடியின் இலைகளிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட சாற்றுச் சொட்டுடன் சேர்த்துக் கண்ணாடிக் குச்சியினால் நன்கு கலக்க வேண்டும். இதே போன்று நோயில்லாத செடிச் சாற்றுச் சொட்டுடன் எதிர் நிணநீரை ஒரு சொட்டுச் சேர்த்து நன்கு கலக்க வேண்டும். கண்ணாடித் தகட்டிலுள்ள சொட்டுகளை உருப்பெருக்கியின் உதவியால் பார்த்தால் நோயுற்ற செடியில் திரட்சிக்கட்டிகள் உள்ளமையைக் காணலாம். நோயில்லாத செடியிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட சாற்றுச் சொட்டில் திரட்சிக் கட்டிகளைக் காண இயலாது.

குழாய்ப் படிவ ஆய்வு. நோயால் தாக்கப்பட்டுள்ளதா எனக் கண்டறியப்பட வேண்டிய செடியின் சாற்றையும் எதிர் நிணநீரையும் சமஅளவில் சிறு ஆய்வுக்குழாயில் சேர்த்து நன்கு கலக்க வேண்டும். இக்கலவை அடங்கிய குழாயை 40-50C° வெப்பமுள்ள வெந்நீரில் 90 நிமிடம் வைத்திருக்க வேண்டும். குழாயின் அடியில் இம்முறையில் ஏற்பட்ட படிவுகள் தோன்றுகின்றன. இவ்வாறு படிவுகள் ஏற்பட்டால் அச்செடி நச்சுயிரியால் தாக்கப்பட்டுள்ளது என உறுதி செய்யலாம்.

இரட்டைப் பரவல் ஆய்வு. செடி நச்சுயிரியால் தாக்கப்பட்டுள்ளமையைக் கண்டறிவதற்கு மட்டுமன்றி நச்சுயிரியை இனங்காணவும் இம்முறை பயன்படும். இம்முறையைக் கடற்பாசி ஊடகம் உள்ள பெட்ரித் தட்டில் (petri dish) நடுவட்டக்குழியைச் சுற்றி 4-6 சிறிய வட்டமான குழிகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. நச்சுயிரியினால் பாதிக்கப்பட்டிருக்கிறதா எனக் கண்டறியப்பட வேண்டிய செடியின் சாற்றை நடு வட்டக்குழியில் வைக்க வேண்டும். அக்குறிப்பிட்ட செடியில் தோன்றும் நச்சுயிரிகளுக்காக உண்டாக்கப்பட்ட எதிர் நிணநீர் ஒவ்வொன்றையும் வட்டக்குழியைச் சுற்றி உண்டாக்கப்பட்ட வட்டக்குழி ஒவ்வொன்றிலும் வைக்க வேண்டும். நச்சுயிரித் துகள்களும் எதிர்ப் பொருள்களும் ஒன்றையொன்று நோக்கிப் பரவிவரும். இரண்டும் சேருமிடத்தில் வெண்மையான படிவக்கோடு உண்டாவதைக் கொண்டு நோயை அறியலாம்.

- *கா. சிவப்பிரகாசம்*

நித்திய கல்யாணி

இது சுடுகாட்டுமல்லி, காக்காப்பூ, சதாசுவாகன், பீநாறிப்பூ, பட்டிப்பூ என்றும் கூறப்படும். இதன் தாவரப்பெயர் கேத்தராந்தஸ் ரோசியா *(Catharanthus rosea)* ஆகும். இதன் பழைய பெயர் வின்கா ரோசியா *(Vinca rosea)* என்பதாகும். இதன் இணை தாவரப்பெயர் லோக்நெரா ரோசியா *(Lochnera rosea)*. இச்செடி அபோசயனேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. காட்டுச்செடியாக இதை இந்தியா முழுவதும் காணலாம். இச்செடியை மணற்பாங்கான பகுதிகளிலும் தரிசு நிலங்களிலும் கடற்கரையோரங்களிலும் மிகுதியாகக் காணலாம். இச்செடியின் அழகிய பூக்களுக்காகப் பூங்காக்களில் வளர்ப்பதும் உண்டு. செம்மண் நிலங்களில் தோண்டப்பட்டுள்ள கிணறுகளுக்கு அருகே வளர்ந்து காணப்படும். உலகிலுள்ள வெப்ப மற்றும் மிதவெப்ப மண்டல நாடுகளில் இதனைக் காணலாம். இந்தியாவில்

தமிழ்நாடு, கர்நாடகம், அஸ்ஸாம், மேற்கு வங்காளம் ஆகிய மாநிலச் சமவெளிப் பகுதிகளிலும் 500மீ. உயரமுடைய மலைப்பகுதிகளிலும் நித்திய கல்யாணிச் செடி பெரும்பான்மையாகக் காணப்படுகிறது. இந்தியா தவிர மலகாசி, மொசாம்பிக் நாட்டிலும் இது சாகுபடி செய்யப்படுகிறது.

அமைப்பு. நித்திய கல்யாணி ஏறக்குறைய 90 செ.மீ. உயரம் வளரும் பல்லாண்டு வாழ் செடியாகும். இச்செடியின் தண்டு நேராக வளரும். இச்செடியில் தூர்கள் நிறைந்து புதர் போன்ற தோற்றத்தைத் தரும். இலை, காம்பருகே குறுகியிருக்கும். இலை நரம்புகள் நன்கு தெரியும். இலைக்காம்படிச் சுரப்பி இருக்கும். இலைக்காம்பு உண்டு. பூக்கள் இரண்டு அல்லது மூன்று எண்ணிக்கையுள்ள சைம் மஞ்சரியாக இலைக் கக்கங்களிலோ செடியின் நுனியில் கொத்தாகவோ உண்டாகியிருக்கும். பூக்கள் பெரியவை. புல்லிவட்டக் கதுப்புகள் ஐந்தும் குறுகியும் உயரமாகவும் கூர்மையாகவும் இருக்கும். அல்லிக்குழல் தாம்பாள வடிவிலிருக்கும். ஐந்து அல்லி இதழ்களும் பெரியவை. இவை திருகு இதழ் ஒழுங்கில் அமைந்திருக்கும். மகரந்தத்தாள்கள் அல்லிக்குழலின் நடுவிலுள்ளன. வட்டத்தட்டு இல்லை. சூல்பையில் தெளிவான இரண்டு சூலக இலைகள் உண்டாகியிருக்கின்றன. பூக்கள் வெள்ளை, இளஞ்சிவப்பு நிறத்திலிருக்கும். சிலவற்றில் வெள்ளைநிறப் பூக்களின் மையத்தில் கருநீலப் நிறப் புள்ளிகள் காணப்படுகின்றன. இச்செடிகளில் பூக்கள் ஆண்டு முழுவதும் உற்பத்தியாவது குறிப்பிடத்தக்கது. கனி நேராக உருண்டை வடிவான ஒருபுற வெடிகனி (follicle) ஆகும். இதிலுள்ள விதைகள் கறுப்பு நிறமானவை.

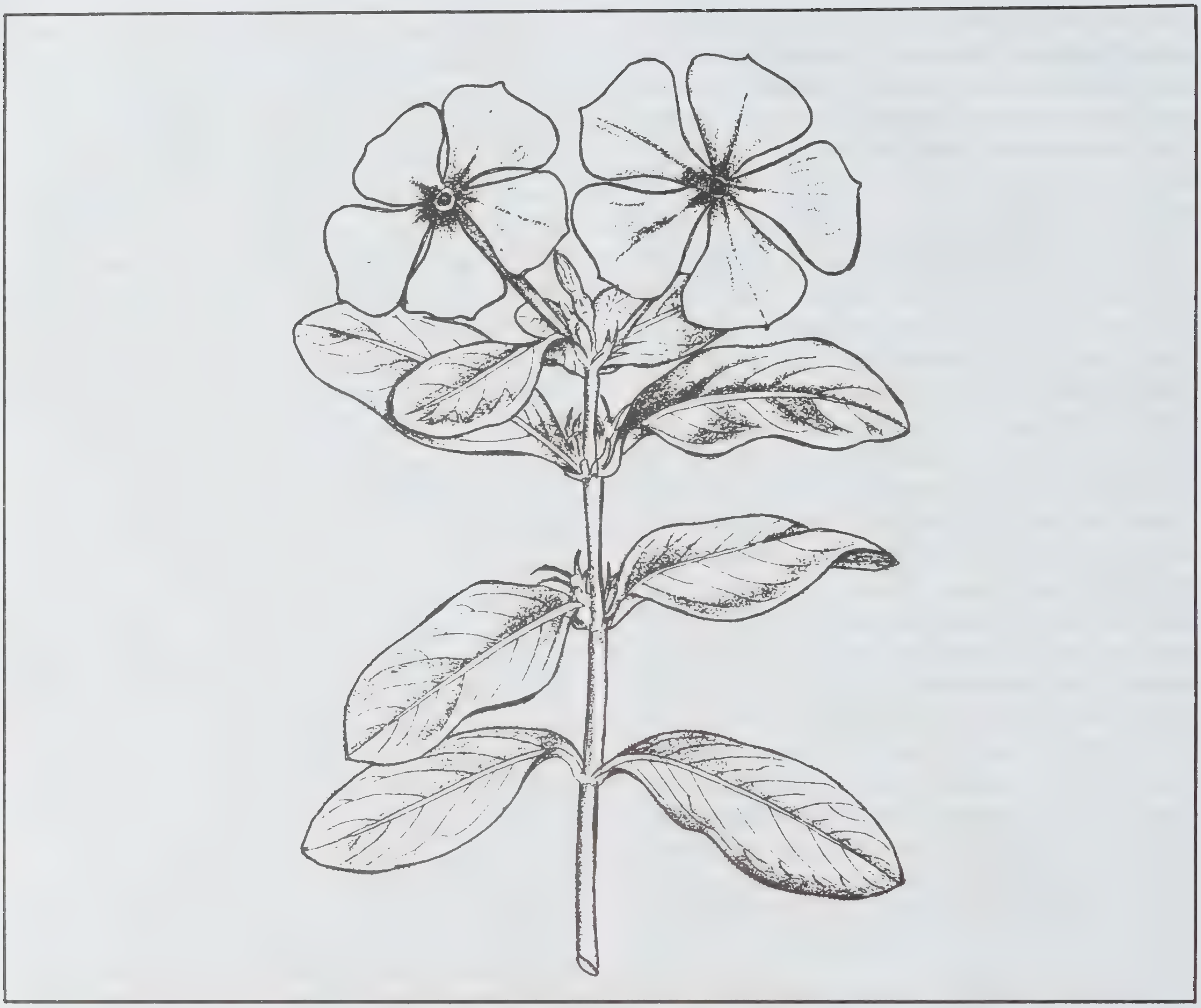
பயிரிடும் முறை. இதைப் பயிரிடக் கரிமப் பொருள்கள் நிறைந்த மணற்பாங்கான நிலம் மிகவும் ஏற்றது. களர் நிலங்களிலும், நீர் தேங்கும் பகுதிகளிலும் இச்செடி நன்கு வளர்வதில்லை. ஆண்டுக்கு 1000 மி.மீ. அல்லது அதற்கு மேல் மழை பெய்யும் பகுதிகள் இதன் வளர்ச்சிக்கு ஏற்றவை. இப்பகுதிகளில் இது மானாவாரியாக வணிக முறையில் விதை வழியாகச் சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. விதைகளை நேரடியாக விதைத்தோ நாற்றுவிட்டு நட்டோ இனப்பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது.

ஒருசில மாதங்களுக்கு முன் சேகரிக்கப்பட்ட விதைகளையே பயன்படுத்த வேண்டும். விதைகளுடன் பத்துப் பங்கு மணலைக் கலந்து விதைப்பது வழக்கம். நேரடி விதைப்பிற்கு ஹெக்டேருக்கு 2.5 கி.கி. விதை தேவைப்படுகிறது. நாற்றுவிட்டு நடுவதற்கு ஹெக்டேருக்கு 500 கிராம் விதை போதுமானது. இவ்விதைகளைப் பிப்ரவரி-மார்ச் மாதங்களில் நன்கு தயாரிக்கப்பட்ட 200 ச.மீ. நாற்றங்கால் வரப்பில் விதைக்க வேண்டும். விதைகள் 10 நாள்களில் முளைத்து விடுகின்றன. நாற்றுகள் 45-60 நாள் வயதில் (ஏறக்குறைய 7.5செ.மீ உயரம்) பிடுங்கப்பட்டு 45 X 20 செ.மீ. இடைவெளியில் நடப்படுகின்றன. தமிழகத்தில் பெரும்பாலும் ஜுன்-ஜுலை மாதங்களில் நடப்படும். ஒரு ஹெக்டேருக்கு 10டன் தொழு உரம் இட்டு நன்கு உழவு செய்து பயன்படுத்திய நிலத்தில் தழைச்சத்து 50 கி.கி., மணிச்சத்து 50 கி.கி. என்னும் அளவில் அடியுரமாகச் சேர்க்கப்படுகிறது. வறட்சியைத் தாங்கி வளரும் இதற்கு 4 அல்லது 5 முறை நீர் பாய்ச்சினால் போதுமானது.

நெல் வைக்கோலைப் போட்டு மண்ணை மூடிக் களைகளைக் குறைக்கலாம். மேலும் நீர் ஆவியாவதையும் தடுக்கலாம். மேலுரமாக நட்ட 60 ஆம் நாள் 50 கி.கி தழைச்சத்து உரமிடப்படுகிறது. மானாவாரிப் பயிருக்கு விதைத்த 90 ஆம் நாள் ஒரு முறை களையெடுக்கப் படுகிறது. இறைவைப் பயிரானால் நட்ட 60ஆம் நாளும் 150ஆம் நாளும் இரு முறை களையெடுக்க வேண்டும். நித்திய கல்யாணியின் இலைகள் 6 ஆம் மாதமும் 9ஆம் மாதமும் அறுவடை செய்யப்படுகின்றன. வேருக்காகச் சாகுபடி செய்தால் ஓராண்டுக்குப் பிறகு அறுவடை செய்ய வேண்டும். வேர்களை அறுவடை செய்யும்போது செடியிலுள்ள இலைகளும் தண்டுகளும் சேகரிக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

தரைமட்டத்திலிருந்து 2.5-7.5 செ.மீட்டருக்கு மேலுள்ள தண்டை அறுவடை செய்வது வழக்கம். தண்டை அறுத்தெடுத்த பின் நிலத்திற்கு நீர்ப் பாய்ச்சி உழுது வேர்களைச் சேகரிப்பதுண்டு. இவ்வாறு நிலத்திலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட வேர்களை நீரில் நன்கு கழுவி நிழலில் உலர்த்த வேண்டும். பின்பு இவற்றைக் கட்டுகளாகக் கட்டி விற்பனைக்கு அனுப்புவர். நன்கு முதிர்ந்த கனிகளிலிருந்து விதைகளைக் கையால் சேகரித்து நிழலில் உலர்த்தி லேசாக அடித்து விதைகளைத் தனித்தெடுக்க வேண்டும். இவ்வாறு சேகரிக்கப்பட்ட விதைகள் சிறந்த முளைப்புத்திறனைக் கொண்டிருக்கும்.

பூச்சி, நோய்கள். நித்திய கல்யாணியில் எவ்விதக் கொடிய பூச்சியும் தோன்றுவதில்லை. பித்தியம் அஃபானிடெர்மேட்டம் என்னும் பூசணம் இதில் வேரழுகல் நோயை ஏற்படுத்துகிறது. நோயுற்ற செடியின் வேர்கள் அழுகிவிடுகின்றன. நோயுண்டாகிய 10 நாள்களில் செடிகள் காய்ந்துவிடுகின்றன.



நித்தியகல்யாணி (Catharanthus rosea)

உற்பத்தியும் பயன்பாடும். நித்திய கல்யாணிச் செடியின் இலை வேர் ஆகியவற்றைப் பெருமளவில் மலகாசி நாடு உற்பத்தி செய்து அமெரிக்க, மேற்கு ஜெர்மனி, இத்தாலி, இங்கிலாந்து, நெதர்லாந்து ஆகிய நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்கிறது. ஐரோப்பிய நாடுகள் நித்திய கல்யாணியிலிருந்து செர்பெண்டின், அஜ்மலிசின் போன்ற ஆல்கலாய்டுகளைத் தயாரிப்பதற்காக இந்தியாவிலிருந்து இறக்குமதி செய்கின்றன.

பயன். இச்செடி வயிற்றோட்டத்தைக் குணப்படுத்தவும், சிறுநீரைப் பெருக்கவும், குருதி ஒழுக்கை நிறுத்தவும், காயங்களை விரைவில் ஆற்றவும் பயன்பட்டு வந்துள்ளது. முன்பு ஜமாய்க்காவிலும், இந்தியாவிலும் நீரிழிவு நோய்க்குப் பயன்படுத்தி வந்தனர். குருதிப் புற்றுநோயைக் குணமாக்கும் வின்பிளாஸ்டின், வின்கிரிஸ்டின் போன்ற ஆல்கலாய்டுகள் உள்ளமை கண்டறியப்பட்டபின் இச்செடியின் மதிப்பு உயர்ந்தது. வணிக அளவில் இச்செடி சிறப்புப் பெற்றமைக்கு அதன் வேரிலுள்ள ராவ்பாசின் எனப்படும் அஜ்மலிசின் ஆல்கலாய்டே காரணமாகும். இந்த ஆல்கலாய்டிற்குக் குருதிக் கட்டிகளைக் கரைக்கும் திறனும் குருதி அழுத்தத்தைக் குறைக்கும் திறனும் உண்டு எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இது மூளையில் உண்டாகும் குருதி உறைவைக் கட்டுப்படுத்தும். மருத்துவ உலகில் வெல்பெ என்னும் பெயரில் வின்பிளாஸ்டின் சல்ஃபேட்டை அமெரிக்காவிலுள்ள லில்லி என்னும்

நிறுவனமே வெளிக்கொணர்ந்தது. இம்மருந்து குருதிப்புற்று நோயைக் குணமாக்க உதவுகிறது. இது குருதி வெள்ளையணுக்கள் மிகுதியாக உற்பத்தியாவதைக் குறைக்கும். ஹாட்சின் கார்சினோமோ என்னும் புற்றுநோயையும் குணமாக்கும்.

நித்திய கல்யாணிப் பூச்சாறு வறட்சி, மிரட்சி, களைப்பு, மிகுதாகம், பசியின்மை, நீர் அருந்தினால் உடனே சிறுநீர்க் கழிதல் முதலியவற்றைப் போக்கும். மூன்று பூக்களை ஒரு குவளை நீரிலிட்டு அரைக் குவளையாகச் சுண்டும் வரை காய்ச்சி நாளும் நான்கு வேளை குடித்து வர மேற்கூறிய நோய்கள் போகும். பூக்களை அரைத்து 3 பங்கு தேன் கலந்து சூரிய ஒளியில் நாள்தோறும் வைத்துத் தொடர்ந்து சில வாரங்கள் வைத்திருந்து சாப்பிட்டு வர மலச்சிக்கல் குணமாகும். சிறுநீர்ச் சர்க்கரையைக் குறைக்க இதன் வேரை உலர்த்தித் தூள் செய்து நாளும் இரண்டு சிட்டிகை அளவு வாயில் போட்டு வெந்நீர் அருந்த வேண்டும். மூக்கிலும் வாயிலும் ஏற்படும் குருதிப்போக்கை நிறுத்தவும் நரம்பு நோய்களுக்கும் நித்திய கல்யாணி பயன்படுகிறது. மூலநோயில் குருதி வருவதை இது தடுக்கும். மாதவிடாயின்போது மிகு குருதிப்போக்கு உண்டாவதைக் கட்டுப்படுத்தும். தொண்டைக் கோளாறுகளுக்கும் உதவும். இலைச்சாறு புண்களைக் குணமாக்கும். குடல், மூச்சுப்பையில் தேங்கியிருக்கும் சளியை அகற்றும். தாய்ப்பால் சுரப்பை வற்ற வைக்கும் இயல்பும் இதற்குண்டு.

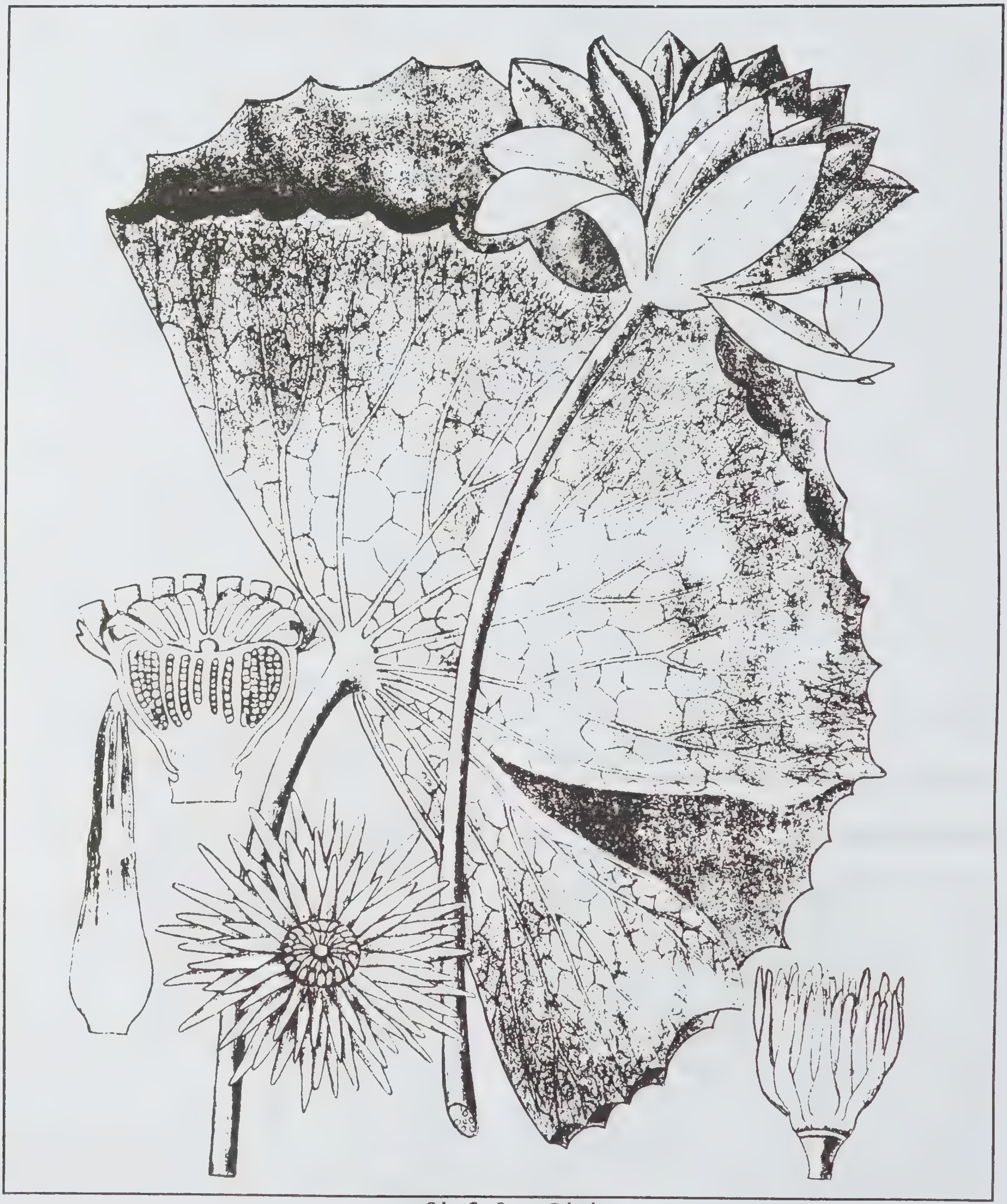
- கோ. அர்ச்சுனன்

நிம்ஃபேசி குடும்பம்

அல்லி, தாமரை அடங்கிய குடும்பம் நிம்ஃபேசி எனப்படும். இது இருவித்திலைத் தாவர வகுப்பினுள், அல்லி இணையாதவை துணை வகுப்பினுள், தலாமிஃப்புளோரே வரிசையில், ரேனேல்ஸ் துறையினுள் அமையும். இந்தக் குடும்பத்தில் 8 பேரினங்களும் 100 இனங்களும் உள்ளன. இந்தியாவில் 11 இனங்கள் உள்ளன. இந்தக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்கள் யாவும் நீரில் வாழ்பவை. இவற்றின் மட்டநிலத்தண்டுகள் தரையில் பதிந்துள்ளன. இத்தண்டுகள் மூலமாக் இவை பல்லாண்டு வாழ்கின்ற தன்மையைப் பெறுகின்றன. தாவரம் முழுவதும் நிறமுள்ள அல்லது நிறமற்ற பால் உள்ளது. வேர்கள் யாவும் வேற்றிட வேர்கள். பிராசினியாவில் வேர்த்தொப்பிகள் உள்ளன. மட்டநிலத்தண்டு மண்ணினுள் பதிந்து தாவரங்களை நீரினுள் நிலைபெறச் செய்யும். இதிலிருந்து நீண்ட காம்புடைய இலைகளும் பூக்களும் தோன்றி நீர்மட்டத்திற்கு மேலே தோன்றும். தனி இலைகள், மாற்று இலையடுக்கத்தில் நீரில் மிதக்கும். இலையின் மேற்பரப்பில் மட்டும் இலைத்துளைகள் உள்ளன. இலைப்பரப்பில் உள்ள மெழுகு பூச்சினால் நீர் இலைகளுடன் ஒட்டிக் கொள்வதில்லை. கபாம்பாவில் ஈருருவ இலைகளுள்ளன. நீருக்குள்ளே உள்ள கூட்டிலைகள் பல மடல்களாகப் பிரிந்திருக்கும். நிலப்பரப்பின் மேலுள்ள தனியிலைகள் காணப்படும் அல்லி, தாமரையின் இலைக்காம்புகள் வட்ட வடிவ இலைகளின் மையத்தில் இணைக்கப் பட்டுள்ளமையால் இலைத்தூள் இலைக்காம்பின் செங்கோணத்தில் காணப்படும்.

விக்டோரியா அமேசானிகா என்னும் தாவரத்தின் இலைகள் 2மீ. விட்டமுடையவை; மேல் நோக்கி வளைந்த விளிம்புடைய இலை 25 கி.கி. எடையுள்ள குழந்தையைத் தாங்கும் திறன் பெற்றிருக்குமென்பர். மஞ்சரி மட்ட நிலத்தண்டிலிருந்து நேரிடையாகத் தோன்றி நீருக்கு மேலே மலரும். பெரிய பூக்கள் அழகானவை; பூக்காம்பு உடையவை; பூக்காம்பில் வழுக்கை நிறைந்திருக்கும். ராஃபைடு படிகங்களுடைய காற்று உள்ளிட்ட செல்கள் காணப்படும். ஒழுங்கான ஆரச்சமச்சீர் இருபால் பூக்கள் அமைந்திருக்கும். அல்லி, தாமரையில் சூலகம் சூழ் பூக்களும் யூரியேல், விக்டோரியாவில் சூலகமேல் பூக்களும் அமைந்திருக்கும். பூ உறுப்புகள் வட்ட அடுக்கிலும், திருகு அடுக்கிலும் இணைந்திருக்கும்; பூத்தளம் அகன்று, நீண்டு சதைப்பற்றுள்ளதாகத் தாமரையில் காணப்படும். இதன் மேற்பகுதியில் சூலகங்கள் பதிந்திருக்கும். இதழ்கள் கபாம்பாவில் 3 புல்லி, 3 அல்லி இதழ்கள் எனத் தனித்தனியாக அமைந்திருக்கும்; அல்லி மலரில் 4 புல்லி இதழ்கள், பல அல்லி இதழ்கள் உண்டு. அல்லி இதழ்கள் நீலம், சிவப்பு, வெள்ளை ஆகிய வண்ணங்களில் காணப்படும். தாமரையில் 4-5 புல்லி இதழ்களும் பல தனித்த அல்லி இதழ்களும் உள்ளன. அல்லி மலரில் புல்லி இதழ்களில் இருந்து அல்லி இதழ்களாகவும், அல்லி இதழ்களில் இருந்து படிப்படியாக அளவில் குறைந்து மகரந்தத் தாள்களாகவும் மாறுவதற்கான ஒழுங்கான படிநிலைகள் ஒரே பூவில் அமைந்துள்ளன.

கபாம்பாவில் மூன்று சூலக இலைகள் தனித்தனியாக உள்ளன; தாமரையில் பல சூலக இலைகள் பூத்தளத்தில் பதிந்துள்ளன. அல்லிமலர், நூஃபார், யூரியேல்

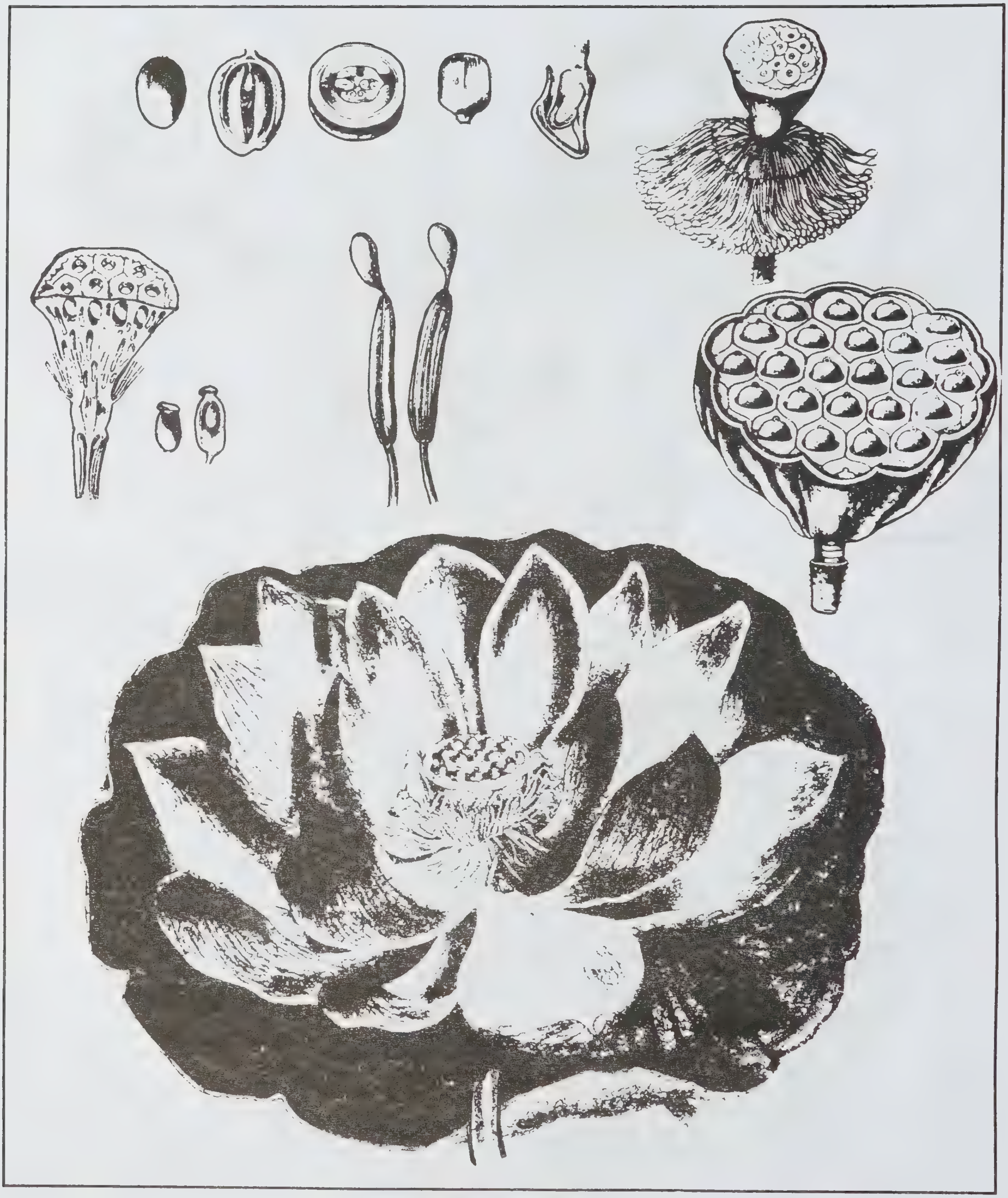


நிம்ஃபேசி குடும்பம்

நிம்ஃபேசி குடும்பம்

நிம்ஃபேசி குடும்பம்

நிம்ஃபேசி குடும்பம்



நிம்ஃபேசி · குடும்பம்

போன்றவற்றில் பல சூலக இலைகள் இணைந்து உண்டாகிய சூலகம் காணப்படும். நூஃபாரில் மேல்மட்டச் சூல்பையும் அல்லிமலரில் பகுதிக் கீழ்மட்டச் சூல்பையும், யூரியேலில் கீழ்மட்டச் சூல்பையும் உண்டு. சூல்கள் மேலோட்டமாக இணைந்தவை. அல்லது சூல்பைத் தடுப்புச்சுவர் ஒட்டியவை; அல்லிமலரில் பல சூல்கள், கபாம்பாவில் 3-4; பிராசினியாவில் 2; தாமரையில் 1 என அமையும். சூலில் சூல்திசு தெளிவாக அமைந்திருக்கும். கருவுறுதலுக்குப் பின்பும் சூல்திசு அழியாமல் காணப்படும். சூலில் இரண்டு உறைகள் உள்ளன; அல்லிமலரில் சூலகத்தண்டு இல்லை. தாமரை, யூரியேலில் சிறிய குட்டையான சூலகத்தண்டு உண்டு. சூலகமுடி தட்டுப் போன்றது அல்லது ஆரப்போக்கில் மடல்களாகக் காணப்படும். கபாம்பாவில் தலைகீழ்ச் சூல்கள் அலகு போன்றவை.

அல்லி, யூரியேல் போன்றவற்றில் பல விதைகள் உள்ள சதைக்கனியும் (berry), தாமரையில் திரள் கனியும் (achene), கபாம்பாவில் ஒரு புற வெடிகனியும் காணப்படும். அல்லியின் முளைசூழ்தசை, பத்திரி ஆகியவை உள்ளன. தாமரையில் முளைசூழ்தசை இல்லை. அல்லி மலர், யூரியேலில் சிறிய கரு உள்ளது. தாமரையில் பெரிய தடித்த வித்திலைகள் உள்ளன. விட்டில், ஈ ஆகியவற்றால் அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறுகிறது

பயன். தாமரை இந்து, புத்த சமயத் தெய்வ ஆராதனைக்கு உரியது; இதன் கனிகள் உணவாக உண்ணப்படுகின்றன; செடியில் உள்ள வேர், தண்டு, இலை, பூ முழுவதும் சேர்த்துப் பத்மினி என்று சொல்லப்படும். செடியின் பகுதிகள் யாவும் மருத்துவத்தில் பயன்படுகின்றன. மட்டநிலத்தண்டு, விதை ஆகியவற்றில் ரோசனம், குளுக்கோஸ், மெடார்பின், கொழுப்பு, நிலம்பைன் ஆல்கலாய்டு முதலியன உள்ளன. வேர், இலைக்காம்பு இலை, பூ ஆகியன காய்ச்சல் தணிக்கவும், சிறுநீர்ப் பெருக்கவும் பயன்படுகின்றன. பத்மா மது மகரந்தா எனப்படும் தாமரைத் தேன் கண்ணோய்களுக்கு ஏற்றது. இருமல், மூலநோயினால் உண்டாகும் குருதிக் கசிவு, மாதவிடாய்க் கோளாறு, வயிற்றுப்போக்கு ஆகிய நோய்களுக்குப் பூச்சாறு மருந்தாகக் கொடுக்கப்படும். வெள்ளைத் தாமரைக் கிழங்கினை நல்லெண்ணெயுடன் காய்ச்சித் தேய்த்துக் குளித்தால் கண்கள், தலை குளிர்ச்சி பெறும்.

வேரில் வழுக்கைச் சத்து உள்ளமையால் மூலநோய்க்கு நல்லது. குட்டம், தோல் நோய்களுக்கு விதைகளால் செய்யப்பட்ட மருந்துகள் உதவுகின்றன. தாமரை விதையை, யூரியேல் ஃபெராக்ஸ் விதையுடன் சேர்த்து உணவாகக் கொடுக்கப் பால் தொடர்பான நோய்கள் தணிகின்றன. சூலகமும் மிளகும் சேர்த்துப் பாம்புக்கடி, தேள்கடிக்கு மருந்தாகக் கொடுக்கப்படும். தாமரையின் மகரந்தக்கம்பிகளைத் தேன் அல்லது புதிய வெண்ணெயுடன் கலந்து கொடுக்கக் குருதிமூலம் மட்டுப்படும். மிக அதிகமான காய்ச்சல் கொண்டோரைத் தாமரை இலைமேல் படுக்க வைத்தால் காய்ச்சல் குறைகிறது. உடலின் மேலுள்ள எரிச்சல் தணிகிறது. தாமரையையும் சந்தனத்தையும் அரைத்து மேலே பூச இதே விளைவு ஏற்படுகிறது. இலைக்காம்புகள் மண்டை வீக்கத்திற்குக் குளிர்ச்சி தரப் பயன்படுகின்றன.

அல்லியில் பலவகை உண்டு. வெள்ளை அல்லியில் நூஃபாரின் என்னும் ஆல்கலாய்டு உள்ளது. இது வயிற்றுப் போக்கிற்குப் பயன்படுகிறது. நிம்ஃபயா எடுலிஸ் என்னும் அல்லியின் வேர், கனி, விதைகளில் தரசம் (starch) உள்ளமையால் உணவாக உட்கொள்ளப்படுகிறது.

நீராம்பல் என்னும் அல்லிச்செடியில் வெள்ளை, சிவப்பு. நீலம் ஆகிய மூன்று வண்ணப்பூக்களுடைய வகைகளுள்ளன. வேரில் கால்லிக், டான்னிக் அமிலங்களும் தரசம், கோந்து போன்றவையும் உள்ளன. இது எரிச்சல் தணிக்கும். வழுக்கைச் சவ்வுகளைப் பாதுகாக்கும். நீர்ப் பெருக்கியாகவும், சத்துணவாகவும் பயன்படும். இருமல், பித்தம், வாந்தி, மயக்கம், புழுத்தொல்லை, தோல் எரிச்சல் முதலிய நோய்களைப் பூக்கள் தணித்துக் குளிர்வித்துக் குணமாக்கும். கடும் காய்ச்சல், மூளை வீக்கம், முதலிய நோய்களுக்குப் பூச்சாறு, சர்க்கரை, நீர் இவற்றைக் கலந்து மருந்தாகக் கொடுக்கக் குணம் தெரியும். இருமல், சிறுநீர்க் கோளாறுகள் போன்றவற்றிற்கும் பூக்கள் மருந்தாகின்றன. உடல் எரிச்சல், குருதிமூலம், மாதவிடாய்க் கோளாறுகளுக்கு மகரந்தக் கம்பிகள் மருந்தாகக் கொடுக்கப்படுகின்றன.

இதன் வேரும் விதைகளும் உணவாக உண்ணப்படுகின்றன. விதைகள் சர்க்கரை நோயாளிக்கு உணவாகக் கொடுக்கப்படும். சிவப்பு அல்லியின் கிழங்குகள் மூலநோய் உள்ளவர்களுக்கு உணவாகக் கொடுக்கப்படும். வயிற்றுப்போக்கு, மூலம், வயிற்று உப்புசம் ஆகிய நோய்களுக்கு வேர்த்தண்டினைக் கொதிக்க வைத்துப் பால், சர்க்கரையுடன் கலந்து கொடுக்கலாம். இதய நோய், இதயப் படபடப்பு, உணர்வு இழத்தல், மயக்கம் ஆகியவற்றிற்குச் சிவப்பு அல்லிப் பூச்சாறு மருந்தாகிறது. நிம்ஃபயா மலபாரிகா என்னும் கேரள மாநில அல்லி மலர் இருமல், வயிற்றுக் கோளாறுகளுக்கு மருந்தாகும். நிம்ஃபயா புயூபெசென்ஸ் என்னும் அல்லி வேர் உணவாக உட்கொள்ளப்படும். இலை கண்ணோய்களுக்கும், வேர்ச்சாறு சிறுநீர்ப் போக்கினைச் சீராக்கவும் பயன்படுகின்றன.

மல்லாரி பத்மன் எனப்படும் அல்லி மேற்கு, வடக்கு மத்திய இந்தியாவில் உள்ள நீர்நிலைகளில் காணப்படுகிறது. இதன் விதைகள் சத்து மிகுந்துள்ளமையால் உணவாக உட்கொள்ளப்படுகின்றன. இது வலிமைமிக்க ஊக்கியாகவும் செயல்படுகிறது. விதைகள் தசை சீராக்கியாகவும், வலிவு தருவனவாகும், வாந்தி, வாதப் பித்தம் போக்கும் மருந்தாகவும் பயன்படுகின்றன. இச்செடி காஷ்மீர், ராஜஸ்தான், உத்திரப்பிரதேசம், பீகார், வங்காளம், அஸ்ஸாம் ஆகிய மாநிலங்களின் நன்னீர்க் குளம் குட்டைகளில் காணப்படுகிறது.

நூஃபார் என்னும் செடியில் 40 இனங்களுள்ளன. இவை வெப்ப, குளிர் மண்டலங்களில் பரவியுள்ளன. நூஃபார் நூடியா என்னும் மஞ்சள் அல்லி இந்தியாவில் காணப்படுகிறது. இது தோட்டங்களில் எழில் தாவரமாக வளர்க்கப்படுகிறது. கபாம்பாவின் 7 இனங்கள் வெப்ப, குளிர் மண்டலங்களில் பரவியுள்ளன. இவற்றில் வேற்றுருவ இலைகள் காணப்படும். விக்டோரியா அமேசானிகா என்பது மிகப் பெரிய இலைகளைக் கொண்ட அல்லி. இது கல்கத்தாவில் உள்ள தாவரவியல் பூங்காவில் வளர்க்கப்படுகிறது. பார்கிளேயாவில் இரண்டு இனங்களும், பிராசினியாவில் ஒரே இனமும் உள்ளன. இவை எழில் தாவரங்களாகத் தோட்டங்களில் வளர்க்கப்படுகின்றன.

- கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

நிமட்டோமார்ஃபா

விலங்கினங்களை வகைப்படுத்தும்போது எந்தத் தொகுதியின் பொதுப்பண்புகளிலும் அடக்க முடியாத சில விலங்கினங்கள் உண்டு. அவற்றைச் சில தனித் தொகுதிகளில் வைத்துள்ளனர். அத்தொகுதிகளுக்குச் சிறு தொகுதிகள் எனப் பெயர். அவ்வகையில் நிமட்டோமார்ஃபா என்பது முதுகுநாணற்றவையின் ஒரு சிறு தொகுதியாகும்.

தொகுதி நிமட்டோமார்ஃபாவிற்குக் கோர்டீசியா என்னும் பெயரும் உண்டு. உருளை வடிவப் புழுக்களான இத்தொகுதி விலங்கினங்களைக் குதிரை மயிரிழைப் புழுக்கள் (The horse hair worms) என்றும் குறிப்பர். 14 அல்லது 15ஆம் நூற்றாண்டுகளிலேயே இவ்வகைப் புழுக்கள் கண்டறியப்பட்டாலும் 1834இல் சார்வெட் என்பாரே விரிவாக இவ்வுயிரினங்களின் உள்ளமைப்பைப் பற்றி ஆராய்ந்தார். இதனை அடிப்படையாகக் கொண்டு சீபோல்டு என்பார் 1834இல் வட்டப் புழுக்களான தொகுதி நிமட்டோவில் ஒரு தனி வகுப்பை இதற்கென ஏற்படுத்தினார். பின்னர் 1866இல் வெஜ்டோவ்ஸ்கி என்பார் இதனை உருளைப் புழுவினங்களோடு இணைத்தார். ஹைமன் போன்றோர் இதனை உருளைப் புழுவினமான ஆஸ்கெல்மின்தஸ் தொகுதியின் ஒரு வகுப்பாகக் கருதினாலும், பெரும்பாலோரால் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டவாறு, தற்காலத்தில் இது ஒரு தனிச் சிறு தொகுதியாகவே கருதப்படுகிறது.

இத்தொகுதியைச் சார்ந்த புழுக்கள் கண்டங்களற்றவை; இருபக்கச் சமச்சீரமைப்புக் கொண்டவை; நூலிழையைப் போன்று மெல்லியவை; இளவுயிரிகளாக (larva) இருக்கும்போது ஒட்டுண்ணியாகவும், பாலின்றியும் (asexual) இருக்கும். இவ்வுயிரினங்கள், முதிர்ந்த நிலையில் பால்தன்மையுடனும் (sexual) தன்னிச்சையாக வாழும் பண்புடனும் இருக்கும்.

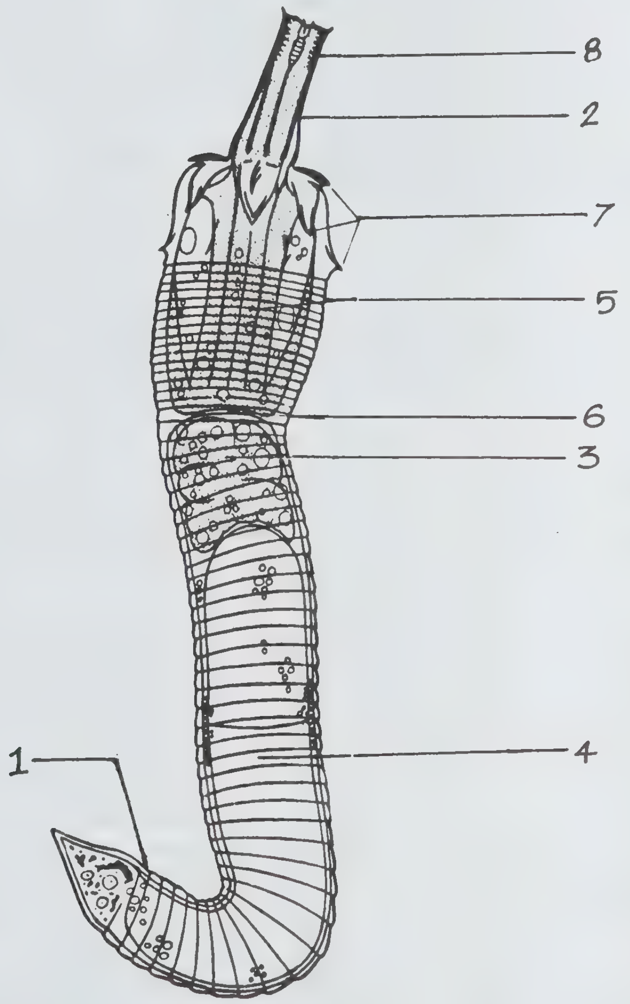
இவ்வகைப் புழுக்கள் உலகின் வெப்ப, மிதவெப்பப் பகுதிகளின் அனைத்து இடங்களிலும் விரவியிருக்கும். இவை சிறு குளங்கள், கழிவுநீர்க் கால்வாய்கள், ஓடைகள் போன்றவற்றில் வாழும். சில உயிரினங்கள் மட்டுமே கடல்நீரில் வாழும் தன்மையுடையன. நீர்த் தாவரங்களின் இலைகளோடு பின்னிப் பிணைந்திருக்கும் அல்லது அழுகல் பொருள்களுடன் தரைப்பகுதியில் இருக்கும். ஆண் உயிரினங்கள் பெண் உயிரினங்களை விடச் செயல்மிக்கவாயிருக்கும்.

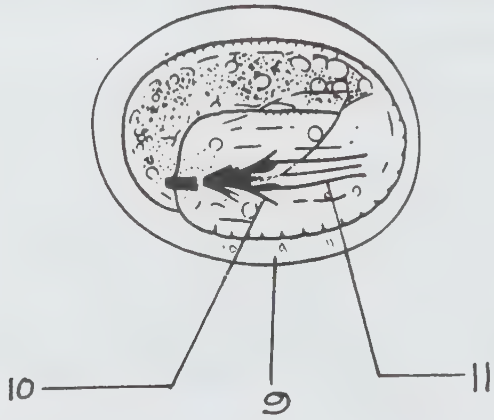
இப்புழுக்களின் உடல் முன்முனையிலிருந்து பின்முனை வரை ஒரே விட்டமுடையதாகவும், மழுங்கிய வட்டவடிவ முனைகளை உடையதாகவும் இருக்கும். 10மி.மீ. நீளத்திலிருந்து 1 மீ. நீளம் வரை உண்டு. பெண் புழுக்கள் ஆண் புழுக்களைவிட நீளமானவை. மங்கிய மஞ்சள் அல்லது கரும்பழுப்பு அல்லது கறுப்பு நிறம் பெற்றிருக்கும். முன் முனையில் வெள்ளை வளையமும், பின்முனையில் கரும் வளையமும் இருக்கும்.

நீண்டு மெலிந்திருக்கிற உடலின் முன் பகுதியில் வாய் அமைந்திருக்கும். சிலவற்றில் முன்முனைப் பகுதியின் வயிற்றுப்புறப் பகுதியிலும் அமைந்திருக்கும்.. பின்முனை இரண்டு அல்லது மூன்று வால் பகுதிகளாகப் (caudal lobes) பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்வால்பகுதிக்கு முன்பாக வயிற்றுப்புறத்தில் பொதுப்புழை இருக்கும். உடல் முழுவதும் உறுதியான குறுயிழைகளுடன் காணப்படும். இக்கடினத்தன்மை, வட்ட வடிவான, நெருக்கமான பாதப்பகுதியால் ஏற்படுகிறது. ஆண் புழுக்களின் பொதுப்புழை அருகில் ஒட்டும் பகுதி உண்டு. உணவு மண்டலம் இளவுயிரிகளில் முழுமை பெற்றுப் பொதுப்புழையோடு இருக்கும். ஆனால், முதிர்ந்த உயிரிகளில் உடலின் இருமுனைகளும் மூடப்பட்டு,

வளர்ச்சி குன்றியிருக்கும். பொய் உடற்குழி **(pseudo coelom)** சுவர் முழுவதும் உதரவுறைப் படலத்தைப் பெற்றுள்ளது. உடற்குழியில் பாரன்கைமாச் செல்கள் நெருக்கமற்று நிரம்பியுள்ளன அல்லது செல்களற்று உள்ளன. சுவாச, கழிவு உறுப்புகள் தனியாக இல்லை.

ஆண், பெண் உயிரிகள் தனித்தனியானவை. பொதுப்புழையில் திறக்கிற இரண்டு இனச்செல்கள் அகங்கள் உண்டு. புணர்ச்சிக்குப் பிறகு உட்கருவுறுதல் நடைபெறுகிறது. பெண் உயிரிகள் இடும் முட்டைகள் ஜெலாட்டின் படலத்தினால் ஒன்றிணைக்கப்பட்டு நீள் சங்கிலியைப் போலத் தோற்றமளிக்கும். 2 மீ. நீளமுள்ள முட்டைச் சங்கிலியில் ஏறத்தாழ 6 மில்லியன் முட்டைகளிருக்கும். முழுமைப்பிளத்தல் முறையில் பிளவுற்ற கருமுட்டைகள் மூவடுக்குக் கருக்கோளாக்கத்திற்குப் பின் இளவுயிரிகளாகின்றன. இவ்விளவுயிரி முள்தன்மையுடைய முன் வாய்ப்பகுதியைப் **(spiny proboscis)** பெற்றுள்ளமையால்





1. குதம், 2. உறிஞ்சுகுழல் 3. குடலின் முதல் சுரப்பிப் பகுதி 4. குடல் 5. உறிஞ்சுகுழல் தசை 6. இடைச்சுவர் 7. முள்கள் 8. வெட்டும் முள் 9. விருந்தோம்பித் தந்துகி 10. முள் 11. வெட்டும் முள்.

அ. உருளைப்புழுவின் **(Gordius aquaticus)** இளவுயிரி

ஆ. முட்டைப் பைக்குள் உள்ள இளவுயிரி

துளைத்துச் செல்லும் திறனுடையதாகும். இதனைப் பயன்படுத்தி இவ்விளவுயிரி, நீர்ப்பூச்சியான மேப் பூச்சியின் (May fly) உடலினுள் துளைத்துச் செல்லும். இவ்வாறு பாதிக்கப்பட்ட மேப் பூச்சியை வண்டுகள் உண்ணும் அல்லது இவ்விளவுயிரி, வெட்டுக்கிளி, வண்டு ஆகியவற்றின் உணவோடு உள்ளே செல்லும். இவ்வுயிரிகளின் உடலில் உருமாற்றம் பெற்று, பாதிக்கப்பட்ட பூச்சிகள் நீரில் எதிர்பாராமல் வீழ்கிறபோது, முழு வளர்ச்சியடைந்த புழுக்கள் பூச்சிகளின் உடற்சுவரைத் துளைத்து வெளிவந்து பால் இனப்பெருக்கத்தில் ஈடுபட்டு, தன் வாழ்க்கைச் சுழற்சியைத் தொடர்கின்றன.

நிமட்டோமார்ஃபா தொகுதி ஏறத்தாழ 80 வகைச் சிற்றினங்களை இருவரிசைகளில் பெற்றுள்ளது. நீந்தும் இழைகளற்ற, இனச்செல்கள் அகங்களை உடைய, பாரன்கைமாச் செல்கள் நிரம்பிய, உடற்குழி உடைய உயிரினங்கள் அனைத்தும் கோர்டியாய்டியா வரிசையில் அடங்கும். எ.டு. கார்டியஸ், கார்டோடெஸ் போன்றவை. நீந்தும் இழைகளை இரு வரிசைகளில் பெற்று, பொய் உடற்குழியில் பாரன்கைமாச் செல்கள் இராத, ஒற்றை இனச்செல் அகங்களை உடைய ஒரே பேரினமாக நெக்டோநிமா என்னும் உயிரிகள் நெக்டோநெமடாய்டியா வரிசையில் அடங்கும்.

- சா. முத்தழகு

நிமாரி மாடு

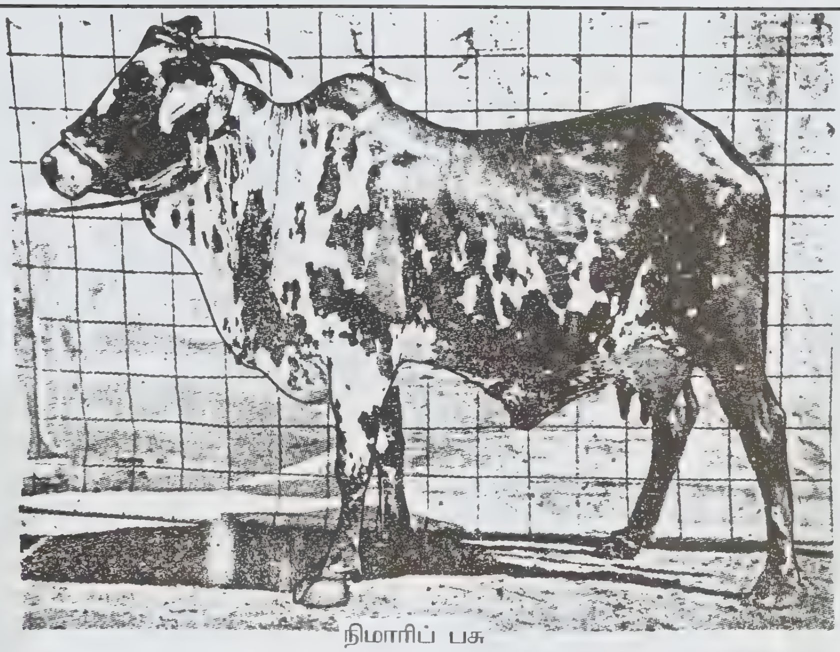
இவ்வின மாடுகளின் தாயகம் மத்தியப் பிரதேசம் மற்றும் நர்மதை நதித்தீரம் எனலாம். இப்பகுதியில் மத்தியப் பிரதேசத்தின் நிமாரி மாவட்டத்தின் பல பகுதிகளிலும் தார், கார்கோன், பார்வானி மாவட்டங்களின் சில பகுதிகளும் அடங்கும். இம்மாவட்டங்களில் நிமாரி இனக் கால்நடைகள் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. இந்த இனம் கார்கோன் என்றும் குறிப்பிடப்படுகிறது. நிமாரிப் பகுதியில் பார் வாடுகள் மற்றும் அகீர்கள் எனப்படும் நாடோடி இனத்தவரால் இவ்வகைக் கால்நடைகள் வளர்க்கப்படுகின்றன.

நிமாரி இனக் கால்நடைகள் நடுத்தரமான உடலமைப்பும் உறுதியான எலும்புகளும் தசைகளும் கொண்டவை இவை பெரும்பாலும் வேலைத்திறனுக்காகவே வளர்க்கப்படுகின்றன. ஆயினும், இவற்றைப் பால் உற்பத்தி மற்றும் வேலைத் திறன் ஆகிய இரு பயன்களும் தரக்கூடிய பொது இனமாக வளர்க்கவும் முடியும்.

இந்த இனத்தின் தொடக்கம் பற்றிப் பல்வேறு கருத்துகள் உள்ளன. சிலர் கூற்றுப்படி இந்த இனம் உள்ளூர் மாடுகள், குஜராத் பகுதியில் பஞ்சம் ஏற்பட்ட காலத்தில் இடம் பெயர்ந்து வந்த கிர் இன மாடுகளுடன் இனப்பெருக்கம் செய்ததன் விளைவாகத் தோன்றியது என்பர். சிலர் கிர் மற்றும் கில்லார் இன மாடுகளின் கலப்பினமாக இந்த நிமாரி இனம் உருவாயிற்று என்பர். வறட்சிக் காலங்களில் மாடுகள் டாங்கி காடுகளிலிருந்து இடம்பெயர்ந்து வந்தமையால் கில்லார் இனமும் கிர் இனமும் கலந்து நிமாரி, டாங்கி ஆகிய இனங்கள் தோன்றின. இவை ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடையவை. நிமாரி இனத்தில் கறுப்பு, வெள்ளை நிறங்களும் டாங்கி இனத்தில் சிவப்பு, வெள்ளை நிறங்களும் காணப்படலாம்.

நிமாரி இனம் இரண்டு உள் இனங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. நிமாரிப் பகுதியின் மேல் புறத்தில் கால்நடைகள் உடல் பெருத்தும் தோல் தளர்ந்தும் காணப்படும். இவை சிவப்பு உடல் நிறத்தில் வெள்ளைத் திட்டுகளுடன் காணப்படும். ஓரளவு மிகையான பால் சுரப்பை இவை கொண்டுள்ளன. பிற உட்பிரிவு கிழக்குப் பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. இதன் நிறம் முழுதும் சிவப்பு நிறத்துடனோ சிவப்புப் புள்ளிகள் நிறைந்தோ காணப்படும். இவை மெல்லிய நிறமும் மெல்லிய தோலும் கொண்டவை. இந்த உட்பிரிவு வேலைத் திறனுக்கு ஏற்றது. நிமாரியின் முதல் கன்று ஈனும் சராசரி வயது 3½ ஆண்டுகளாகும். கன்றுகளின் இடைவெளி 16 மாதங்கள். இந்த இன எருதுகள் ஏற்றம் இறைக்க மிகவும் பயன்படுகின்றன.

நிமாரிக் கால்நடைகள் சீரான உடலமைப்பும், நடுத்தர எடையும், உறுதியான எலும்புகளும் கொண்டவை. இந்த இனக் காளைகள் 48-51 அங்குல உயரமும், 850-1150 பவுண்ட் உடல் எடையும் கொண்டவை. பசுக்கள் 43-54 அங்குல உயரமும் சராசரியாக 620 பவுண்ட் உடல் எடையும் கொண்டவை. பெரும்பாலும் சிவப்பு அல்லது சிவப்பில் வெள்ளைத் திட்டுகள் உடல் முழுவதும் பரவியிருக்கும். இவற்றின் தலை நடுத்தரமாகவும் நெற்றி முன்புறம் பெரிதாகவும் காணப்படும். கண்கள் ஒளி பொருந்தியும் இளம் சிவப்பு நிறத்திலும் உட்புறம் குழிந்தும் காணப்படும். கண் இமைகள் இளஞ்சிவப்பாக இருக்கும். வளர்ந்த காளைகளின் கண் இமைகளில் மேல் தோல் மடிப்புகள் காணப்படும். கொம்புகள் நடுத்தரமாகவும் மேல்நோக்கி அல்லது கீழ் வளைந்து பின்புறம் திரும்பியிருக்கும். கொம்பின் நிறம் இளம் சிவப்பு அல்லது இளம் நீல நிறத்தில் ஆழ்ந்த கோடுகளுடன் காணப்படும். கழுத்து நடுத்தரமாகவும்


நிமாரிப் பசு

மெலிந்தும் காணப்படும். திமில் நன்றாக வளர்ச்சியடைந்து உறுதியாக இருக்கும். தோள் எலும்புகள் அகன்றும் முன் கால்கள் நீண்டும் ஒழுங்காகவும் காணப்படும். உடல் நீண்டும் நடுத்தரமாகவும் காணப்படும். பின்புறம் அகன்றும் நல்ல வளர்ச்சி பெற்றும் இருக்கும். வால் நடுத்தர நீளமுடன் மெலிந்தும் இறுதியில் சிவப்பு நிறக் குஞ்சத்துடனும் காணப்படும். பசுக்களில் மடி நடுத்தரமாகவும் காம்புகள் நடுத்தரமாகவும் இளம் சிவப்பு நிறத்தில் கறுப்புப் புள்ளிகளுடனும் காணப்படும். முன்காம்புகள் சற்றே நீண்டிருக்கும். தோள் தளர்ந்தும் பளபளப்பான மயிர் அடர்ந்தும் காணப்படும். இவ்வின மாடுகள் சுறுசுறுப்பாகவும் நல்ல வேலைத்திறனுடனும் புதியவரைக் கண்டால் அஞ்சும் தன்மையுடனும் காணப்படும்.

- இரா. வசந்தகுமார்

நிமிடம்

காலம், கோணம் ஆகியவற்றை அளக்கப் பயன்படுத்தப்படும் ஒரு சிறிய அலகு நிமிடம் (minute) ஆகும். இது t என்னும் குறியீட்டால் குறிக்கப்படும். நாள் என்பது ஒரு நாளில் 24 மணி நேரம் கொண்டதாகும். ஒரு மணிக்கு 60 நிமிடங்கள் உள்ளன. ஒரு மணி நாளின் 24இல் ஒரு பங்கும், நிமிடம் நாளின் 1440 இல் ஒரு பங்கும் நொடியும் எனக் கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. கோணத்தை அளக்க, பாகை (degree) பயன்படுகிறது. ஒரு பாகைக்கு 60 நிமிடங்கள் என்றும் ஒரு நிமிடத்திற்கு 60 நொடிகள் என்றும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. கோண அளவில் நிமிடம், நொடிகளுக்குக் கலை, விகலை என்னும் சொற்கள் பயன்படுகின்றன. ஒரு வட்டம் 360 பாகைகளாகப் பிரிக்கப்படுவதால், ஒரு கலை என்பது ஒரு முழு வட்டத்தின் 21600இல் ஒரு பங்காகும்.

மீன் வழி நேரத்தின் நிமிடம், சராசரி சூரிய வழி நேரத்தின் நிமிடத்தைவிட ஒரு நொடியின் சிறு பகுதியளவு குறைவாக இருக்கும். சீசியம் தனிமத்தின் அணுவிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளியைக் கொண்டும் சில குறிப்பிட்ட நிபந்தனைகளுடன் தற்போது நிமிடம் வரையறுக்கப்படுகிறது. இந்நிமிடம் சராசரி சூரிய வழி நேர நிமிடத்திற்கு ஏறத்தாழச் சமமாக இருக்கும்.

- பங்கஜம் கணேசன்

நிமோனியா

நுரையீரல்கள் பாதிக்கப்பட்டு அழற்சியடைவதே நிமோனியா (pneumonia) எனப்படுகிறது. டிப்ளோகாக்கஸ் (ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ்) நிமோனியே நுண்ணுயிரிகளே பெருமளவில் நிமோனியாவுக்குக் காரணமெனினும் பின்வரும் நுண்ணுயிரிகளும் நிமோனியாவை உண்டாக்குகின்றன.

1. மனித ஓம்புயிரி 2. உணவு நீர் மாசு 3. மறைமுக வழி 4. நேர்முக வழி 5. தொடர்பு 6. நுண்ணுயிர் ஊடகங்களின் வழியே பெருகுதல் 7. ஊடகங்களின் வழியே நுண்ணுயிர்ப் பரவாமை 8. மனிதனுக்குப் பரவல் 9. வெறிநாய்க்கடி 10. புதிய ஓம்புயிரியைத் தாக்கல்-பூனைப் பிராண்டுக் காய்ச்சல்.

நிமோனியா

நிமோனியா உண்டாக்கும் கிராம் நேர் வளிவிரும்பி நுண்ணுயிரிகள் (aerobic) டிப்ளோகாக்கஸ் நிமோனியே, ஸ்டாபிலோகாக்கஸ் ஆரியஸ், ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் பையோஜைன்ஸ், பசில்லஸ் ஆன்த்ராசிஸ் ஆகும்.

நிமோனியா உண்டாக்கும் கிராம் எதிர் வளிவிரும்பி நுண்ணுயிரிகளாவன: சூடோமோனஸ் ஏரோஜினோசா, எஸ்செரிச்சியா கோலை, ஹீமோபிலஸ் இன்புளூயென்சா, பாஸ்டருல்லா பெஸ்டிஸ்.

நிமோனியா உண்டாக்கும் வளிவிரும்பா (காற்றிலி) நுண்ணுயிரிகள்: ஃப்யூசிபார்ம்பேசில்லை, கிளாஸ்டிரிடியம் பெர்பிரிஞ்சன்ஸ்.

நிமோனியா உண்டாக்கும் மைக்கோ பாக்டீரியா: காசநோய் நுண்ணுயிரி, பெயரில்லா மையோபாக்டீரியா.

நிமோனியா உண்டாக்கும் காளான்கள்: ஹிஸ்டோபிளாஸ்மோசிஸ், பிளாஸ்டோ மைகோசிஸ், நோகார்டியோசிஸ், அஸ்பர்ஜில்லோசிஸ், கேண்டிடியாசிஸ்.

நிமோனியா உண்டாக்கும் வைரஸ்கள். மைகோபிளாஸ்மி, ரிக்கட்சியா.

நிமோனியா உண்டாக்கும் ஒட்டுண்ணிகள். அமீபா, டாக்சோபிளாஸ்மோசிஸ்.

நிமோனியா உண்டாக்கும் வயிற்றுப் புழுக்கள். உருண்டைப்புழு, தட்டைப்புழு.

நிமோனியா என இங்கு விளக்கப்படும் நோய்நிலை ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் நிமோனியே ஏற்படுத்தும் நோயைப் பற்றியேயாகும்.

எச்சில் துகள் மூலம் உட்செல்லும் நுண்ணுயிரிகள் நுரையீரல்களில் ஒரு மடலையோ, பல மடல்களையோ பாதிக்கலாம். பாதிக்கப்பட்ட நுரையீலை நோய்க் குறியியல் முறைப்படி மூன்று கட்டங்களாகப் பிரிக்கின்றனர். முதல் கட்டம் சிவப்பு நிறக் கல்லீரல் போன்ற நிலை எனப்படும். இங்குப் பாதிக்கப்பட்ட நுரையீரல், சிவப்பு நிறமாகவும் கல்லீரல் போன்று கடினமாகவும் இருக்கிறது. பாதிக்கப்பட்ட மூச்சுக் சிற்றறைகளின் உள்ளே பாக்டீரியாக்கள், குருதி அணுக்கள் ஆகியன காணப்படுகின்றன.

இரண்டாம் கட்டம் சாம்பல் நிறக் கல்லீரல் நிலை எனப்படும். கடினமாகவும் நுரையீரல் சாம்பல் நிறமாகவும், சிவப்பணுக்கள், ஃபைபிரின் கொண்டும் காணப்படும். மூன்றாம் கட்டம் சீரடையும் நிலை எனப்படும். மருத்து அளித்ததன் பயனாக இந்நிலையில் பாக்டீரியாக்கள் மறைந்துவிடுகின்றன. ஃபேகோசைட்டுகள், நசிந்த பொருள்களை அகற்றுகின்றன. மூச்சுக் கிளைக்குழல்களில் சீழ்ச் சுரப்புகள் காணப்படுகின்றன. இரண்டு, மூன்று வாரங்களில் நுரையீரல் இயல்பு நிலையை அடைகிறது.

இந்நோயின் தொடக்கத்தில் குளிருடன் கூடிய காய்ச்சல், மார்பு வலி, இருமலுடன் சளி ஆகியன காணப்படும். சளி சிவப்பாகவோ, துருப்பிடித்த நிறமாகவோ இருக்கலாம். கடின மூச்சுடன், சீழுடன் கலந்த சளியும் வெளிப்படுகிறது. தட்டிப் பார்க்கும்போது மந்த ஒலியும், மார்புத்துடிப்பறி கருவியில் கேட்கும்போது மூச்சுக் குழல் ஒலியும் கேட்கும். மேலும் குமிழ் ஒலிகளும், கீச்சல் ஒலிகளும் அறியப்படும். மார்பின் எக்ஸ் கதிர்ப்படம் எடுத்தால் பாதிக்கப்பட்ட நுரையீரலின் நிழல் தெரிகிறது. வெளிப்படும் சளியைக் கிராம் முறைப்படி சாயமேற்றினால் நுண்ணுயிரிகளை வளரச் செய்து நோய் அறுதியிடலாம். இம்முறை மூலம், எவ்வகையான மருந்துகளால் இந்நுண்ணுயிரிகளை அழிக்க முடியும் என்பதையும் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

நோய்க்குறிகள். ஃபுளூராவின் அழற்சி (உலர் வகை) சிலபோது ஃபுளூரா உறையில் சீழ் நிலை, இதய உள்ளுறை அழற்சி, மூளை உறை, இதய உறை, உதர உறை, சிறுநீரகம், மூட்டு ஆகியவற்றின் அழற்சி, காய்ச்சல், நடுக்காது அழற்சி, வாய்ப்புண் ஆகிய நோய்க் குறிகள் தோன்றலாம்.

தற்காலத்தில் ஆற்றல்மிகு நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளமையால், எவ்வகை நிமோனியாவும் விரைவிலும் முழுமையாகவும் சீரடையும். மருத்துவம் தொடங்குவதில் தாமதம், மதுப்பழக்கம் முன்னரே இருந்த இதய நோய், வயது முதிர்ச்சி ஆகியன நோய் சீரடைவதைத் தாமதப்படுத்துகின்றன. மொத்தத்தில் 5% நோயாளி, மடல் நிமோனியாவால் (lobar pneumonia) மரணமடைகின்றனர். விரைவான நோய் அறுதியிடல், உடனடியாக மருத்துவம் ஆகியவை மரண விகிதத்தைப் பெருமளவில் குறைக்கின்றன.

- அ. கதிரேசன்

நிமோனியா (கால்நடை)

கால்நடைகளில் ஏற்படும் நிமோனியாக் காய்ச்சல் நோய் பிராங்கோ நிமோனியா எனப்படுகிறது. இந்நோய் பல நாடுகளிலும் பரவலாகக் காணப்படுகிறது. பொதுவாக மூச்சுக்குழல் பாதிப்புகள் நுரையீரலுக்குள்ளும்

செல்வதால் இந்த நோய் ஏற்படும். நுரையீரலைத் தாக்கும் இந்த நோய் இரு வகைப்படும். முதன்மைப் பாதிப்பு அல்லது துணைப் பாதிப்பு என்னும் இரு பிரிவுகளில் துணைப் பாதிப்பு மிகையாகக் காணப்படுகிறது. இந்நோய் பொதுவாக முன் பனி மற்றும் பின் பனிக் காலங்களில் ஏற்படுகிறது. அனைத்து இன விலங்குகளும் பாதிக்கப்பட்டாலும் கால்நடைகள் பெருமளவு பாதிக்கப்படுகின்றன.

முதன்மைப் பாதிப்பு நிமோனியா பல காரணங்களால் உண்டாகலாம். இதன் முதன் காரணம் குளிர் எனலாம். நுண்ணுயிர்ப் பாதிப்பினால்தான் நோய் ஏற்படுகிறது. எனினும் குளிர், நோய் ஏற்படக் காரணமாக உள்ளது. இரண்டும் இணைந்தே நோயினை ஏற்படுத்துகின்றன. குளிர் மிகுந்திருந்தால் மூச்சுக் குழலில் இயல்பாக இருக்கும் நுண்ணுயிரிகள் நோயை ஏற்படுத்த முனைகின்றன. எனவே, கன்றுகள் மிக விரைவில் பாதிப்பிற்கு உள்ளாகின்றன. அதிக வெப்பப் பகுதியிலிருந்து திடீரென்று குளிர் பகுதிக்குக் கொண்டு வரப்படும் கால்நடைகள், குளிர்கால மழையில் வெளியே விடப்பட்டிருக்கும் கால்நடைகள், குளிர் நாள்களில் இடம்விட்டு இடம் கொண்டு செல்லப்படும் கால்நடைகள் ஆகியவற்றில் நிமோனியா நோய் பெரும்பான்மையாகக் காணப்படும். நுண்ணுயிரிகளால் ஏற்படும் நிமோனியா எனப்படும் நுரையீரல் அழற்சி குறிப்பிட்ட பெயர்களால் வழங்கப்படுகிறது. கால்நடைகளில் ஏற்படும் தொண்டை அடைப்பான் நோய் ஒருவித நிமோனியாவாகும்.

துணைப் பாதிப்பு நிமோனியா நோய் பரவலாகக் காணப்படும் பிரிவு ஆகும். பசுக்களில் இந்நோய், சில நோய்களுடன் இணைந்து காணப்படுகின்றது. மடி வீக்க நோய், இரைப்பை அழற்சி, கருப்பை அழற்சி தீவிர நோய்களில் துணைப் பாதிப்பாக நிமோனியா ஏற்படுகிறது.

தீவிரமான நிமோனியா நோய்ப் பாதிப்பில் நுரையீரல்களின முன் பகுதிகள் தடித்துக் காணப்படும். நுரையீரலின் வெளிப்புறச் சுவர்கள் சிவப்பு அல்லது பழுப்புக் கலந்த சிவப்பு நிறம் கொண்டு, சற்றே வீக்கமுடன் காணப்படும். பாதிப்பு மெதுவாகப் பரவினால் இத்தகைய பகுதிகள் ஆங்காங்கே இடைவெளி விட்டுக் காணப்படும். தீவிர விரைவான பாதிப்பில் நுரையீரல்கள் ஓரளவாகவோ முழுமையாகவோ பாதிக்கப்படுகின்றன. பாதிக்கப்பட்ட பகுதிகளின் உள்ளே நீர்மமோ குருதியோ காணப்படலாம். நுரையீரல் காற்றலைகளில் காற்று தங்கி அடைப்பட்டிருக்கக் கூடும். பாதிக்கப்பட்ட பகுதிகளின் வெளிப்புறத்தில் தடித்த பகுதிகள் தொடர் பாதிப்புகளில் ஏற்படுகின்றன. கால்நடைகளில் நுரையீரல் கட்டிகளும் காணப்படும்.

நிமோனியா நோயின் முதல் அறிகுறிகள் மூச்சு இரைப்பும், இருமலும் ஆகும். முதலில் காய்ச்சல், சோர்வு, பசியின்மை, பால் குறைதல் ஆகிய அறிகுறிகள் காணப்படுகின்றன. துணைப் பாதிப்புகளில், நிமோனியா வெளித் தெரியாமல் போகக்கூடும். மடிநோய், கருப்பை அழற்சி போன்ற நோய்கள் இருந்தால் துணை நிமோனியா ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டு. சில சமயம் துணைப் பாதிப்பு தீவிரமாக இருப்பதுடன் மூலகாரணமான நோய் வெளித் தெரியாமல் போய்விடக்கூடும். முதன்மைப் பாதிப்பு குளிரான நாள்களில் ஏற்படுகிறது. இந்தப் பாதிப்பில் கண்கள் சிவந்து காணப்படும். நாடித்துடிப்பு, மூச்சு விகிதம், உடல் வெப்பம் உயரக்கூடும். மூச்சுத் திணறல், வாய் திறந்து மூச்சு விடுதல், நாக்கு வெளித்தள்ளுதல், வாயில் நுரை தள்ளுதல் போன்ற அறிகுறிகள் நுரையீரல்களின் தீவிரப் பாதிப்பில் ஏற்படுகின்றன. தீவிரமான மூச்சுத் திணறலில் நுரையீரல் திசுக்கள் சேதமடைந்து காற்று வெளியேறித் தோலுக்கடியில் தங்கக்கூடும். இத்தகைய பாதிப்பால் கால்நடைகள் மடியும். நிமோனியா பாதிப்பில் மூக்கில் சளிவடிதல் காணப்படும். மூக்கில் குருதி வடிந்தால் நுரையீரல் கட்டி அல்லது தீவிர நுரையீரல் அழற்சி என அறியலாம்.

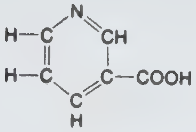
இந்நோயினைக் கண்டறிய நுரையீரல் ஒலிகளை மார்பாய்பளவி மூலம் கேட்பது சிறந்த முறையாகும். பாதிக்கப்பட்ட இடங்களைக் கையால் அழுத்துவது வலி ஏற்படுத்துகிறது. பொதுவான அறிகுறிகளான மூச்சு இரைப்பு, இருமல் போன்றவை இந்நோயை உணர்த்துகின்றன.

நோய் கண்ட கால்நடைகளை நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள் மூலம் நலமாக்கலாம். நோய் வராமல் தடுக்க, குளிர் வாடையில்லா உலர்ந்த இடத்தில் கால்நடைகளைப் பேண வேண்டும். நடுத்தர வெப்பமும் சிறந்த தீவனமும் அளிக்க வேண்டும். குடிநீரைப் புதிதாக அவ்வப்போது அளிக்க வேண்டும். நல்ல சுற்றுப்புறச் சூழல் இருந்தால் திறந்தவெளியில் மருத்துவம் செய்ய வேண்டும்.

- இரா. வசந்தகுமார்

நியாசின்

இது ஒரு வைட்டமின். இது நிக்கோட்டினிக் அமிலம் என்றும் குறிப்பிடப்படும். நியாசின் வெண்ணிற, நீரில் கரையக் கூடிய பொடி. வெப்பம், அமிலம், காரம் ஆகியவற்றால் இது பாதிப்படைவதில்லை. உயிர் வேதிச் சேர்மங்களில் அமைடாக (நியாசினமைடாக) அமைந்துள்ளது. இதன் அமைப்பு வருமாறு :

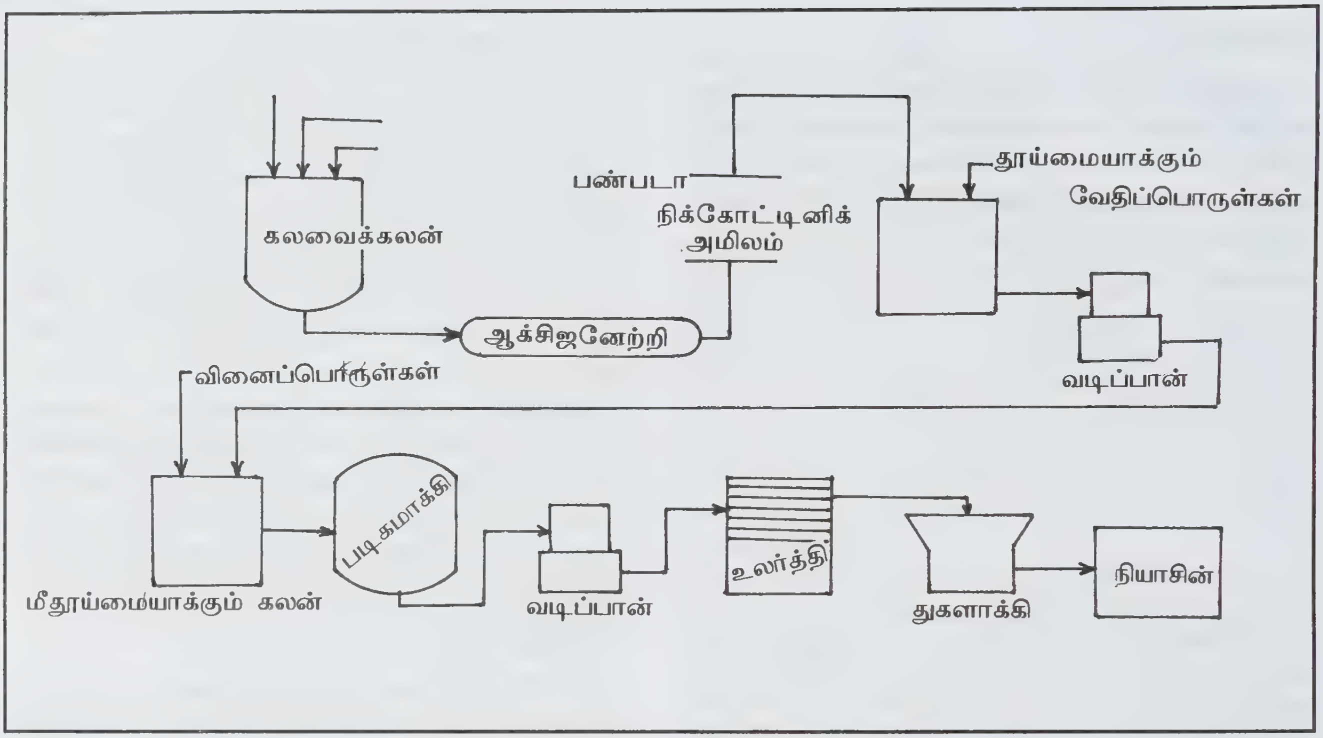


நுண்ணுயிர் வேதி ஆய்வு முறைகள் மூலம் நியாசினைப் பகுப்பாய்வு செய்வதற்கு '*லாக்ட்டோபெசில்லஸ் அரிபினோசஸ்*' எனும் நுண்ணுயிரி பயன்படுகிறது. வேதி ஆய்வுகள் வழி பகுப்பாய்வு செய்வது நிறைவாக அமைவதில்லை. அனைத்துச் செல்களின் நொதி அமைவுகளும் நியோசினைக் கொண்டுள்ளன. அனைத்து விலங்கினங்களும் (மனிதன் உட்பட) மாறுபட்ட அளவுகளில் டிரிப்ட்டஃபேன் எனும் அமினோ அமிலத்திலிருந்து நியாசினை உயிர்வேதித் தொகுப்பின் மூலம் தயாரித்துக் கொள்ளும் திறன் உள்ளவை. உணவு வகைகளில் நியாசின் பரந்துபட்டுள்ளது. ஈஸ்ட்டுகள், கோதுமை முளை (germ), இறைச்சி ஆகியவற்றில் இவ்வைட்டமின் நிறைந்துள்ளது. பால் போன்ற பொருள்களில் இவ்வைட்டமின் குறைவாகக் காணப்பட்டாலும் அவற்றில் டிரிப்ட்டஃபேன் அமினோ அமிலத்தின் செறிவு மிகுந்துள்ளது.

நியாசின் குறைபாட்டால் பெல்லக்ரா (pellagra) எனும் ஊட்டக் குறைவு நோய் ஏற்படுகிறது. குறிப்பாக இந்நோய் பெரும்பாலும் தானிய வகை (corn) உணவுகளை உட்கொள்ளும் மக்களிடத்தில் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. இந்நோயின் விளைவுகளாகத் தோல் அழற்சி (dermatitis), உளக்கேடு (dementia) , வயிற்றுப்போக்கு, மரணம் ஆகியவை விளைகின்றன. சூரிய ஒளியில் படும் தோலில் பழுது (skin lesion) ஏற்படும். மேலும் உணவுப்பாதைப் பழுது நோய்களும் காணப்படலாம்.

நொதிகளில் இருவித சகநொதிகளாக நியாசின் காணப்படுகிறது. அவற்றின் முதலாவது டைபாஸ்ஃபோபிரிடின் நியூக்ளியோடைடு (DPN), இது நிக்கோட்டினமைடு அடனின் டைநியூக்ளியோடைடு (NAD) அல்லது சகநொதி I என்று குறிப்பிடப்படும். இரண்டாவது, டிரைபாஸ்ஃபோபிரிடின் நியூக்ளியோடைடு (TPN) என்பது நிக்கோட்டினமைடு அடனின் டைநியூக்ளியோடைடு பாஸ்ஃபேட் (NADP) அல்லது சகநொதி II என்று குறிப்பிடப்படும். DPN அல்லது TPN சகநொதிகளைக் கொண்ட நொதிகள் ஆக்சிஜனேற்ற வினைகளில் பெரும் பங்கேற்கின்றன. இவை பற்றுப் பொருள்களிலிருந்து (substrates) ஹைட்ரஜன் அயனிகளையும் (புரோட்டான்கள்), எலெக்ட்ரான்களையும் பெற்றுக் கொண்டு அவற்றை ஃபிளேவோ புரதங்கள் போன்ற பிற ஹைட்ரஜன் ஏற்பிகளுக்குப் பரிமாற்றம் செய்வதன் மூலம் பணியாற்றுகின்றன.

நியாசின் கொண்டுள்ள நொதிகள் ஏறத்தாழ 40 வகை மீள் உயிர்வேதி வினைகளில் பல்வேறு விதங்களில் பங்கேற்கின்றன. அவற்றுள் சில அசெட்டால்டிஹைடு ⇌ எத்தனால்; 1,3-டைபாஸ்ஃபோசிளைசரிக் அமிலம் ⇌ 2-பாஸ்ஃ போகிளிசரால்டிஹைடு பைருவிக் அமிலம் ⇌ லாக்டிக் அமிலம்; இமினோ குளுட்டாரிக் அமிலம் ⇌ குளுட்டாமிக் அமிலம்; அசெட்டிக் அமிலம் ⇌ அசெட்டால்டிஹைடு ஆகியன. ஏனைய B வைட்டமின்களைப் போல் அல்லாமல் குறைந்தளவு நியாசின் சிறுநீர் வழியே வெளியேற்றப் படுகிறது. மனிதனில் நியாசின் பெரும்பாலும் N'-மெத்தில் நிக்கோட்டினமைடு, N'-மெத்தில் நிக்கோட்டினமைடின் 6-பிரிடோனாகச் சிறுநீர் வழியே வெளியேற்றப்படுகிறது. உண்ணும் உணவில் நியாசின், டிரிப்பட்டஃபேன் ஆகியன இருந்தாலும் பெல்லக்ரா நோய் ஏற்படுவது, அது எந்த அளவிற்கு உள்ளேற்கப்படுகிறது என்பதைப் பொறுத்து அமைகிறது. சான்றாக, ஓரளவு நியாசின் செறிவுள்ள உணவு வகைகளை உட்கொண்டபோதும் இரைப்பை நொதிகளால் அவை உள்ளேற்கப்படாமல் அமைந்திருப்பதற்கான சான்றுகளும் அறியப்பட்டுள்ளன. தானியங்களில் நியாசின் எதிர்ப்பொருள் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இரைப்பைப் பாக்டீரியாக்களால் உட்கொள்ளப்படும் உணவுப் பொருள்களிலிருக்கும் கார்போஹைட்ரேட்டிலிருந்து நியாசினை உயிர்வேதித் தொகுப்பின் வழி தயாரிப்பதும் முக்கியக் கூறாக உள்ளது.



கியூனோலினிலிருந்து நியாசின் தயாரிப்பு

நியாசினைச் செயற்கை முறையில் தொகுப்பது குறித்து மருந்தியல் செந்தர நூலில் (pharmacopia) குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இதன் மூலப் பொருளாகக் கரித்தாரிலிருந்து பெறப்படும் கியூனோலின் அமைகிறது. இதனை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால் நியாசின் கிடைக்கிறது.

3-பிக்கோலினை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்தல், 3-சயனோபிரிடின் நீராற்பகுத்தல் அல்லது நிக்கோட்டினை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து நீராற்பகுத்தல் ஆகிய பிற முறைகள் மூலமும் நியாசினைப் பெறலாம். நியாசினை அமினேற்றம் செய்தோ, அதன் எஸ்ட்டர்களை அமினேற்றம் செய்தோ, 3-சயனோபிரிடினை நீராற்பகுத்தோ நிக்கோடினமைடைப் பெறலாம்.

விலை மலிவு வைட்டமின்களில் ஒன்றான நியாசின் உணவுப் பொருள், மருந்துப்பொருள் ஆகிய தயாரிப்புகளில் உடலுக்குத் தேவையான அளவு சேர்க்கப்படுகிறது. நியாசின், நிக்கோட்டினமைடு ஆகியவை கலவை வைட்டமின் (multivitamin) கூடுகளிலும் (capsules) குளிகைகளிலும் (tablets) சேர்க்கப்படுகின்றன. மனித உணவில், ரொட்டி, மாவு வகைகளில் நியாசின் செறிவு பல்வேறு நிலைகளில் தேவைப்படுவதால் குறிப்பிடத்தக்க அளவு சேர்க்கப்படுகிறது.

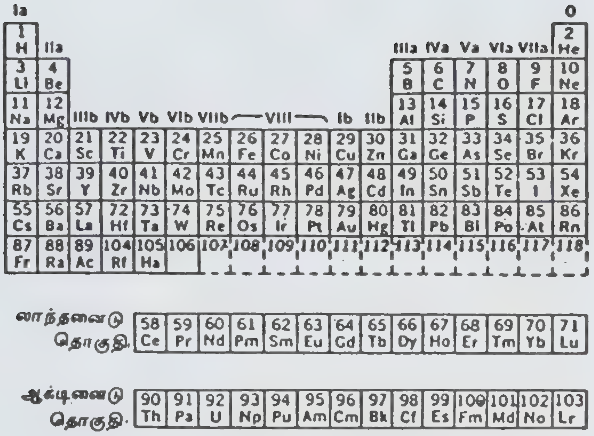
- த. தெய்வீகன்

நியான்

இது ஒரு மந்த வளிமத் (inert gas) தனிமம். இது பிற தனிமங்களுடன் வினைபுரிவதில்லை. வண்ண விளக்குகளிலும், மின்னியல் கருவிகளிலும் தனிப்படுத்தப் பட்ட ஒளிதரப் பயன்படுகிறது. இதன் வேதிக் குறியீடு Ne. அணு எண் 10; அணு எடை 20.183 இதன் முக்கிய ஐசோடோப்புகளின் அணு நிறை எண்கள் வருமாறு; 20, 21, 22; எலெக்ட்ரான் அமைப்பு $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$.

கி.பி. 1898ஆம் ஆண்டு சர் வில்லியம் ராசே நீர்மக் காற்றிலிருந்து இதைப் பின்னக்காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் பிரித்தெடுத்துப் புதியது என்னும் பொருள்பட (neos = new one) எனப் பெயரிட்டார். இது இயற்கையில் குறைந்த அளவில் வளிமண்டலத்தில் காணப்படுகிறது.

தொழில் முறையில் நியானைத் தயாரிக்கப் பெருமளவில் நீர்மக் காற்று பின்னக் காய்ச்சி வடிக்கப்படுகிறது. விரைவில் ஆவியாகும் பகுதியிலிருந்து ஹீலியம், நைட்ரஜன் வளிமங்களைக் குறை வெப்பத்தில் கிளர்வூட்டிய கரியின்மீது தேர்ந்தெடுத்து உறிஞ்சும் முறைகளில் பிரித்து நீக்கிவிட்டு எஞ்சிய வளிமமாக நியான் பெறப்படுகிறது. இவ்வளிமத்தின் சில இயற்பியல் பண்புகள் அட்டவணையில் தொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



உருகு நிலை (°C) - 248.67

கொதிநிலை (°C) - 246.05

அடர்த்தி (°C, 1வ.ம.அ) - 0.89994 கி/ லி

நீரில் கரைதிறன் (20°C) இல்

(க.செ.மீ. வளிமம் / 1000 கி.நீர்) - 10.5

ஐசோடோப் மலினம் (புவியில்) - 20 Ne (90.92%)

- 21 Ne (0.257%)

கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள்

(நிறை எண்கள்) - 17-19, 23, 24

உருகுதல் வெப்பம் (கலோரி / மோல்) - 80.1

ஆவியாதலின் வெப்பம் (கலோரி/மோல்) - 414

தன் வெப்பம் (கலோரி / மோல் / °C) - 4.9680

நிலைமாறு வெப்பநிலை (K) - 44.5

நிலைமாறு அழுத்தம் (அழுத்தம்) - 26.9

நிலைமாறு அடர்த்தி (கி / செ.மீ^{3}) - 0.484

வெப்பக்கடத்துத் திறன் (0°C, 1வ.ம.அ) - 11.00 x 10^{-5}

(கலோரி / செ.மீ. - நொடி - °C)

படிக அமைப்பு - முகமையக் கனசதுரம் (fcc)

ஆரம் அணு (A) - 1.6

அயனியாக்க மின்னழுத்தம் - 21.563

(முதல் எலெக்ட்ரான், eV)

எலெக்ட்ரான் ஈர்ப்புத்திறன் (பாலிங்) - 4.0

நியான் ஓரணு மூலக்கூறுகளைக் கொண்ட தனிமம். இது சேர்மங்களை உண்டாக்குவதில்லை. வலிமை குறைந்த வாண்டர்வால்ஸ் விசைகளால் மட்டும் மற்றத் தனிமங்களை ஈர்க்கவல்லது.

காற்றில் நியானோடு கலந்துள்ள வினைபுரி வளிமங்களை வேதிப்பொருள்களின் மூலம் தனியாகப் பிரித்து, மற்ற வளிமங்களை இயற்பியல் முறையில் நீக்கிவிட்டு நியான் மட்டும் தனியாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. நியானுக்கே உரித்தான சிவப்பு நிற நிரலிலிருந்து இத்தனிமத்தைக் கண்டறியலாம்.

மின் மிகுகடத்தலும் ஒளி உமிழ் திறனும் கொண்டுள்ளமையால் நியானைப் பல்வேறு வண்ண விளக்குகளிலும், மின்னியல் கருவிகளிலும் பயன்படுத்துகின்றனர். நியான் குழாய் விளக்குகள் ஆரஞ்சு-சிவப்பு நிறத்தைக் கொடுக்கின்றன. பிற வளிமங்களோடு கலந்தும் நியானைப் பலவித எழுத்துகளிலும் அடையாள வடிவங்களிலும் வண்ண விளம்பர விளக்குகளாகப் பயன்படுத்தலாம். மேலும், நியான் குழாய்க் கருவிகள், மின்னல் தடுப்பான்களாகவும் மிகுமின் அழுத்த ஆய்வுக்கருவிகளாகவும், எதிர்மின் ஒளிர் விளக்குகளாகவும் பயன்படுகின்றன.

- ஆர். சென்னகேசவன்

நியான் சுடர் விளக்கு

இது சுட்டிக்காட்டும் வெளிச்சமாகவோ, மின்னணுச் சுற்றின் கூறாகவோ பயனாகும், ஒரு குறைந்த திறன் கொண்ட விளக்காகும். ஒரு கண்ணாடிக் குழாயில் இரு மின்முனைகளைப் பொருத்தி, நியான் வளிமத்தைக் குறைந்த அழுத்தத்தில் நிரப்பினால் நியான் விளக்கின் அமைப்பு நிறைவுபெறும். குழாய் சிறியதாக இருப்பின் மெல்லியக் கம்பிகளைக் கொண்டே மின்னாற்றல் வழங்கும் சுற்றுடன் இணைக்கலாம்.

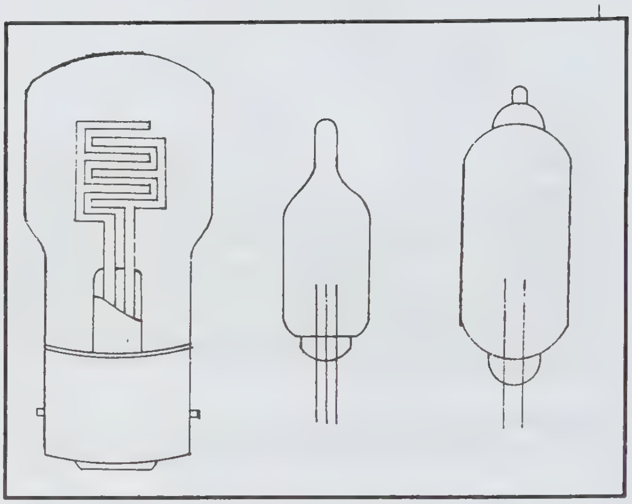
நியான் வளிமச் சூழ்நிலையில் மின்முனைகள் பொருத்தப்பட்ட குழாயில் மின்னழுத்தம் போதுமான அளவு அளிக்கப்பட்டால், நியானினின்றும் எலெக்ட்ரான்கள் விடுவிக்கப்படுகின்றன. மின்முனைகள் சரியாகத் திருத்தப்பட்டால், எலெக்ட்ரான்கள் எளிதில்

விடுபடும். மின்முனைகளுக்கிடையில் மிக உயர் மின்னழுத்தம் அளிக்கப்பட்டால், எதிர்மின்முனைகளுக்கு அருகிலேயே நியானை அயனியாக்க இயலும். இந்நிலையில் நியான் ஆரஞ்சு-சிவப்பு நிற ஒளியை உமிழும். நேர்மின்னோட்டத்தில் எதிர்மின் முனையின் அருகில் மட்டும் வண்ண ஒளி தோன்றும். மாறு மின்னோட்டத்தில் இரு மின்முனையிலும் மாறி மாறி ஒளிவெள்ளம் தோன்றும். சாதாரண அதிர்வெண்களில் இம்மாறுபாடுகள் மிக விரைவாக நிகழ்வதால், இரு மின்முனைகளும் எப்போதும் ஒளி உமிழ்வனபோல் தோன்றும்.

நேர் மின்னோட்டச் சுற்றுகளில், விளக்கு எரியத் தொடங்கியபின் மின்னழுத்தத்தை ஓரளவு குறைக்க இயலும். நேர்மின்னோட்ட அமைப்பில் நியான் ஒளி உமிழத் தொடங்கும் மின்னழுத்த வரம்பு 65-90 வோல்ட் குறைவாக இருக்கலாம். மாறு மின்னோட்டச் சுற்றுகளில் தொடக்க மின்னழுத்தமும் பராமரிப்பு மின்னழுத்தமும் ஒன்றேயாகும்.

ஆவியில் உருவாக்கப்படும் மின்வில்லைப் போல் இந்த ஒளி மின்னிறக்கத்திலும், மின்னோட்டம் உயர உயர மின்தடை குறைகிறது. எனவே, மின்சுற்றில் ஒரு நிலையான மின்னோட்டத்தை நிலைக்கச் செய்யும் நோக்கத்துடன் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் கருவியை அமைக்க வேண்டும். இவ்விளக்குகளில் மின்னோட்டம் ஒரு சில மில்லி ஆம்பியர்களேயாதலால், ஒரு சிறிய மின்தடைப் பொருளைச் சீராக்கியாகப் பயன்படுத்துதல் நடைமுறைக்கு எளிதாகவும், சிக்கனமாகவும் இருக்கும். அடிக்கட்டையில் பொருத்தப்பட்ட பெரிய நியான் விளக்குகளுக்குத் தாங்கும் கட்டைகளிலேயே மின்தடைகள் அமைக்கப்படுகின்றன. சிறிய விளக்குகளுக்குத் தனியாக ஒரு சீராக்கும் தடையை இணைத்தல் வேண்டும். மின்தடையின் அளவு விளக்கின் வகையைப் பொறுத்ததாகும்.

பயன்கள். கம்பியிழை விளக்குகளுடனும், பாதரசம் போன்ற நீர்ம ஆவிவகை விளக்குகளுடனும் ஒப்பிடுகையில் நியான் கனல் விளக்கு குறைந்த திறனும் செயலாற்றலும் கொண்டது. குறைந்த திறன் கொண்ட விளக்கு ஒளி போதுமான இடத்தில் இவ்விளக்கு பயனாகும். சிறிய மின் கருவிகளில் மின்னோட்டத்தின் இருக்கையை வெளிச்சம் கொண்டு சுட்டிக் காட்டவும், எண்களைப் புலப்படுத்தும் அமைப்புகளிலும் நியான் விளக்கு பயன்மிக்கதாக உள்ளது. கணிப்பான்களில்



நியான் சுடர் விளக்கு

செய்தித் தேக்கும் நினைவு அமைப்புகள், மின்னழுத்த ஒழுங்கீட்டிகள், மின்னணுச் சுற்றுகளில் தொடர் நுட்பப் பகுதிகள் ஆகியவற்றில் நியான் விளக்கு அதன் சிறிய அளவு, லேசான தன்மை, சிறப்பு மின்னியல்பு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் பெரிதும் விரும்பப்படுகிறது.

நியான் விளக்கின் பயனுறும் காலம் தொடக்க மற்றும் பராமரிப்பு மின்னழுத்தங்கள் மெல்ல மெல்ல உயர்வதால் குறைகிறது. குழாயின் உட்பகுதியில் கருமை மிகுந்து, ஒளி வெளிப்பாடு மெல்ல மெல்லக் குன்றும். மின்னணுக் கருவிகளில் சுட்டிக் காட்டும் விளக்காகப் பயன்படுத்தப்படும்போது ஒளி அடர்த்தி குறைவதிலிருந்து விளக்கின் ஆயுட்காலம் குறைவதைக் கண்டறியலாம். பயனின் தன்மையினைப் பொறுத்து, பயன்மிகு காலம் 5000-25000 மணியாகும். 1000-6000 மணி நேரம் எரித்த பின்பு தொடக்க மின்னழுத்தம் ஏறக்குறைய 5 வோல்ட் உயர்ந்திருக்கும். பராமரிப்பு மின்னழுத்தத்தில் தோன்றும் உயர்வு இதில் பாதியாகும்.

இவ்விளக்குகளில் செயல்பாட்டுப் பண்புகள் வெளிக்காரணிகளால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் உணர்வுப் பூச்சளிக்கப்பட்ட மின்முனைகள் ஒளிபடும்போது எலெக்ட்ரான்களை உமிழ்கின்றன. இனி, ஒளியைவிட ஏறத்தாழ 100 வோல்ட் தொடக்க மின்னழுத்தம் கூடுதலாகும். இருப்பினும், இருள் பராமரிப்பு மின்னழுத்தத்தைப் பாதிப்பதில்லை.

- மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

எரியிழையுடன் கூடிய ஒளி விளக்குகள் மற்றும் ஆவி விளக்குகளுடன் ஒப்பிடும்போது நியான் சுடர் விளக்குகள் குறைந்த மின்னழுத்தத்தில் குறைந்த திறனுடன் ஒளிர்கின்றன. குறைந்த மின் மூலங்கள் உள்ள இடங்களில் இவ்விளக்குகள் பரவலாகப் பயன்படுகின்றன. பொதுவாக வீட்டின் சுவரில் பொருத்தப்படும் திறப்பான்களுடன் இணைக்கப் பட்டிருக்கும் விளக்குகள், சிறு மின் கருவிகளின் திறப்பான்களுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் விளக்குகள், மின்சாரப் பலகைகளின் அடையாளக் குறி விளக்குகள் முதல் மிகவும் நவீனமான இயக்கச் செயல்பாட்டுக் கருவிகள் வரை இச்சுடர் விளக்குகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. குறைந்த ஆற்றலிலுள்ள எலெக்ட்ரான் சுற்றுகளில் இவ்வகை விளக்குகள் இடம்பெறும். கணிப்பான்களின் எண்ணிக்கை மற்றும் நினைவுக் கருவிகளுடனும், மின்னழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவி, அலைப்பி, உணர்த்திக் கருவிகளை இயக்கும் முடுக்கி மின் சுற்று ஆகியவற்றிலும் இவ்விளக்குகள் பயன்படுகின்றன. நியான் சுடர் விளக்குகள் மிகச் சிறு உருவமும் எடையும் கொண்டிருப்பதாலேயே மேற்கூறிய கருவிகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

- பொ. இராஜாமணி

நியூக்ளிய அமிலம் (உயிரியல்)

ஃப்ரீட்ரிச் மிஷர் என்னும் அறிவியலாரே முதன்முதலில் சீழ்ச்செல்களிலிருந்து நியூக்ளிய அமிலத்தைத் தனிப்படுத்தினார். அதில் நியூக்ளியசின் மூலப் பொருள்கள் மிகுந்து காணப்பட்டமையால் அதற்கு நியூக்ளீன் என்று பெயரிட்டார். புரதங்களைவிட வலிவான பொதுப்பண்புகளும், பாஸ்ஃபரசும் அதில் அடங்கியுள்ளன என்றும் கண்டறிந்தார். அவருடைய இணை ஆராய்ச்சியாளரான ஹோப்செக்ளரும் காளான் செல்லிலும், ஊர்வன, பறவைகள் ஆகியவற்றின் செல்லிலும் மேலும் ஆராய்ச்சி செய்து இதை உறுதிப்படுத்தினார். பின்பு மிஷர் என்பார் சால்மன் மீனின் விந்தை ஆராய்ந்து செல்லிலுள்ள நியூக்ளிய அமிலம், அதிக மூலக்கூறு எடையுள்ள காரமும், அமிலமும் சேர்ந்த பாஸ்ஃபரஸ் கூட்டுப்பொருளை உடையதென்று தெளிவாக்கினார்.

1931 இல் லெவின் என்பார் இரண்டு வகை நியூக்ளிய அமிலங்கள் உள்ளன என்று உறுதியாகக் கூறினார். அவை டி. ஆக்சிரைபோ நியூக்ளிய அமிலம் (டி.என்.ஏ), ரைபோ நியூக்ளிய அமிலம் (ஆர்.என்.ஏ.) என்பனவாகும்.

நியூக்ளிய அமிலத்தில் பாஸ்ஃபாரிக் அமிலம், சர்க்கரை, நைட்ரஜன் மென்காரம் கலந்த பொருள்கள் உள்ளன. இவை மூன்றும் சேர்ந்த அமைப்புக்கு நியூக்ளியோட்டைடு என்று பெயர். நியூக்ளிய அமிலத்தை நொதியினால் சிதைத்தபோது அதில் பாஸ்ஃபாரிக் அமிலம் ஒரு முனையில் உள்ளது புலனாயிற்று. இதை நீக்கிவிட்டால் எஞ்சியுள்ள கூட்டுப்பொருளுக்கு நியூக்ளியோசைடு என்று பெயர்.

நைட்ரஜன் மென்காரம்-சர்க்கரை-பாஸ்ஃபாரிக் அமிலம்

(நியூக்ளியோட்டைடு)

↓ நீர்
நியூக்ளிய நொதி

பாஸ்ஃபாரிக் அமில்ம்

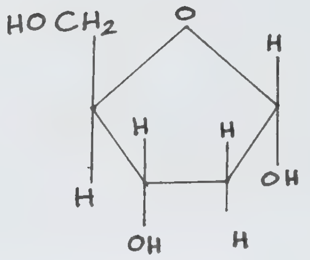
நைட்ரஜன் காரம் + சர்க்கரை = நியூக்ளியோசைடு

காரங்கள். நியூக்ளிய அமிலத்தின் அமைப்பு, அதிலடங்கிய பொருள்களின் தன்மை முதலியவற்றைப் பற்றி அண்மையில் மிகத் தெளிவான கருத்துகள் வந்துள்ளன. நீராற்பகுப்பு மூலமும், தாள் நிறப்பகுப்பு மூலமும் செய்த ஆய்வுகள் வாயிலாக நியூக்ளிய அமிலத்தில் பிரிமிடின், பியூரின் என்னும் இரண்டு வகை மென் காரங்கள் உள்ளன என்பது தெளிவாயிற்று.

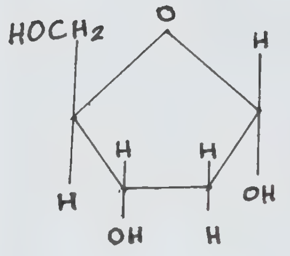
உராசில் தைமின், சைட்டோசின், 5-மெத்தில் - சைட்டோசின், 5-ஹைடிராக்சி மெத்தில் சைட்டோசின் என்பவை பிரிமிடின் காரங்களாகும். அடினைன், குவானின் இரண்டும் பியூரின் காரங்களாகும். இவை டி.என்.ஏ., ஆர். என். ஏ இரண்டிலும் உள்ளன. இவை தவிரப் பிற மெத்தில் கூட்டுப்பொருள்களும் உள்ளன.

பென்டோஸ் சர்க்கரை. நியூக்ளிய அமிலத்தில் ரைபோஸ் சர்க்கரையே மிகையாக உள்ளதென்று லெவின் கண்டறிந்தார். இது டி.ரைபோஸ், டி.ஆக்சிரைபோஸ் எனும் இரண்டு வகையாக உள்ளது.

நியூக்ளியோசைடுகள். பீட்டா என். கிளைக்கோசைடு இணைவினால், டி.ரைபோஸ் அல்லது டி.ஆக்சிரைபோஸ்களுடன் இணைக்கப்பட்ட பியூரின் அல்லது பிரிமிடின் காரம் பெற்றதே நியூக்ளியோசைடாகும். ஆர்.என்.ஏ.-இல் கீழ்க்காணும் நியூக்ளியோசைடுகள் உள்ளன. அவை யூரிடின், உராசில் நியூக்ளியோசைடு, சிஸ்டிடின், சிஸ்டிடின் நியூக்ளியோசைடு, தைமிடின், தைமின் நியூக்ளியோசைடு, அடினோசின், அடினோசின் நியூக்ளியோசைடு,

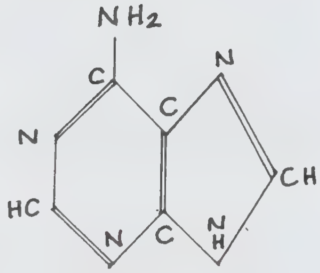


ரைபோஸ்

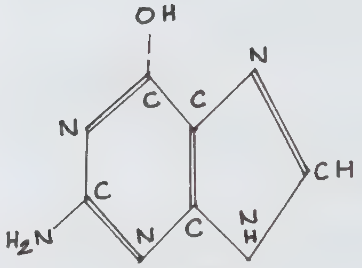


டீ ஆக்சிரைபோஸ்

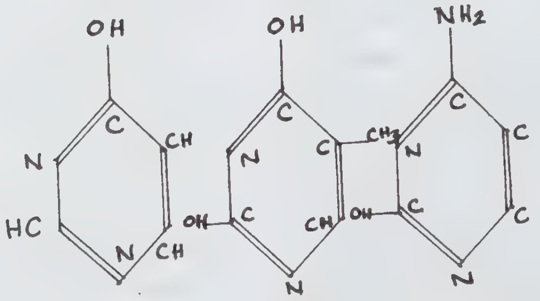
ரைபோசும் டீ ஆக்சிரையோசின் உருவமைப்பும்



அடினைன்

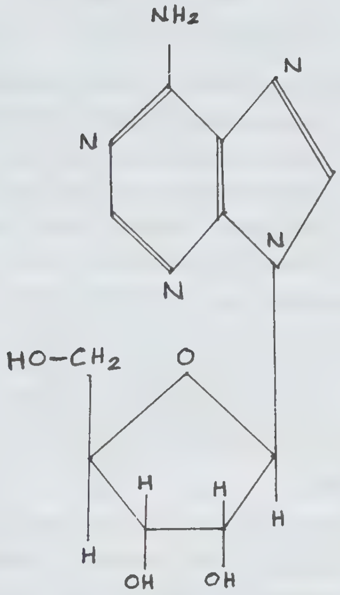


குவாணின்

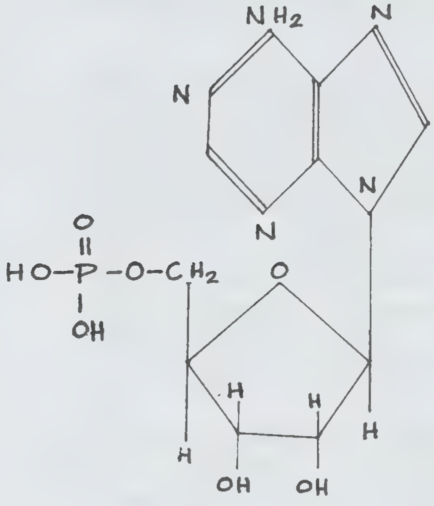


உராசில் தைமின் சைட்டோசின்

மென்காரங்களின் உருவமைப்பு

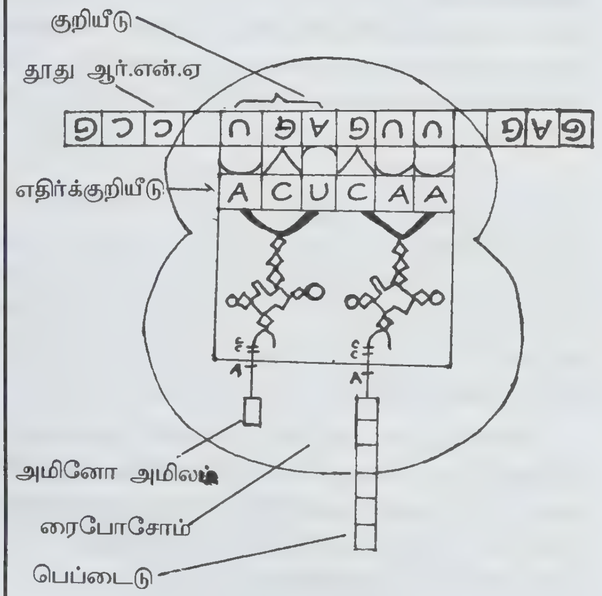


அடினோசின் (நியூக்ளியோசைடு)



அடினிலிக் அமிலம் (நியூக்ளியோடைட்)

நியூக்ளியோசைடும் நியூக்ளியோடைட்டின் உருவமைப்பும்



புரதத் தயாரிப்பு (1)

படிவமாற்று தூது ஆர். என். ஏ உற்பத்தி

இனோசின், ஹைப்போசான்தைன் நியூக்ளியோசைடு என்பன. இவ்வாறே டிஎன்.ஏ.-இல் டிஆக்சிகுவானோசின், டிஆக்சி அடினோசின், டிஆக்சி சிஸ்டிடின், தைமிடின் முதலியன உள்ளன.

நியூக்ளியோட்டைடு. ஒரு குறிப்பிட்ட ஹைட்ராக்சில் தொகுதியில் சர்க்கரையுடன் பாஸ்ஃபரஸ் தொகுதி இணைந்த நியூக்ளியோசைடுக்கு நியூக்ளியோட்டைடு என்று பெயர். இதில் காரம்-சர்க்கரை-பாஸ்ஃபேட் என்னும் வரிசை இருக்கும். ரைபோஸ் சர்க்கரையிருப்பின், அது ரைபோநியூக்ளிய அமிலம் (ஆர்.என்.ஏ) என்றும், டி.ஆக்சிரைபோஸ் சர்க்கரையிருப்பின், அது டிஆக்சிரைபோ நியூக்ளிய அமிலம் (டி.என்.ஏ) என்றும் பெயர் பெறும்.

நியூக்ளியோட்டைகளின் பெயர்கள் அவற்றிலுள்ள பியூரின், பிரிமிடின், நியூக்ளியோசைடு பாஸ்ஃபேட்டுகளின் அமைப்பைப் பொறுத்தனவாகும். சான்றாக அடினிய அமிலம் அல்லது அடினோசின் பாஸ்ஃபேட் உடையது அடினோசின் நியூக்ளியோட்டைடு என்றும், குவானிலிய அமிலம் அல்லது குவானோசின் பாஸ்ஃபேட் உடையது குவானோசின் நியூக்ளியோட்டைடு என்றும், தைமிடிய அமிலம் அல்லது தைமின் பாஸ்ஃபேட் உடையது தைமின் நியூக்ளியோட்டைடு என்றும், உரிடிலிய அமிலம் அல்லது உரிடின் பாஸ்ஃபேட் உடையது உராசில் நியூக்ளியோட்டைடு என்றும், சைட்டிடிலிய அமிலம் அல்லது சைட்டிடின் பாஸ்ஃபேட் உடையது சைட்டோசின் நியூக்ளியோட்டைடு என்றும் குறிக்கப்படுகின்றன.

சர்க்கரையின் தன்மையைப் பொறுத்தும், பெயர்களில் மேலும் மாற்றமுண்டு. ரைபோஸ் சர்க்கரை இருந்தால் குவானின் ரைபோநியூக்ளியோட்டைடு என்றும், டி.ஆக்சிரைபோஸ் சர்க்கரை இருந்தால் குவானின் டி.ஆக்சிரைபோ நியூக்ளியோட்டைடு என்றும் குறிக்கப்படுகின்றன.

நியூக்ளிய அமிலங்களின் அமைப்பு. டிஎன்.ஏ, ஆர்.என்.ஏ இரண்டும் அதிக மூலக்கூறுகளாலான தொடர் பல்லுருவ நியூக்ளியோட்டைடுகளை உடையன. பல்லுருவ நியூக்ளியோட்டைடுகள் சர்க்கரை ஹைட்ராக்சி தொகுதி 3' உடனும் 5' உடனும் பாஸ்ஃபேட் இணைவுகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. டிஆக்சிரைபோஸ் சர்க்கரைப் பொருள் உள்ளது டி.என்.ஏ. என்றும், ரைபோஸ் சர்க்கரைப் பொருள் உள்ளது ஆர்.என்.ஏ என்றும் நியூக்ளிய அமிலம் குறிக்கப்படும். செல் நியூக்ளியசில் டி.என்.ஏ உம், சைட்டோபிளாசத்தில் ஆர்.என்.ஏ உம் இருக்கின்றன.

1950-51இல் சார்காஃப் என்னும் அறிவியலார் தம் துணை ஆராய்ச்சியாளர்களுடன் முதன்முதலில் டி.என்.ஏ-இன் வேதி அமைப்பைக் கண்டறிந்தார். டிஎன்.ஏ.-இன் வேதி அமைப்பில் பியூரின்களின் அளவு பிரிமிடின்களுக்குச் சமமாகவும், அடினோசின், சைட்டோசின், காரங்களின் அளவு, குவானின், தைமிடின்களுக்குச் சமமாகவும், அனைத்துப் பொருள்களுமே சமமான மூல அளவாகவும் உள்ளமையைக் கண்டறிந்தார். டிஎன்.ஏ-இன் பெரிய மூலக்கூறு 5-10 மில்லியன் மூலக்கூறு எடையுள்ளது. ஏறத்தாழ 200,000 இணை நியூக்ளியோட்டைடுகளைக் கொண்டது.

கோதுமை விதைச் செல்களிலும் சில பாக்டீரியா வகைகளிலும் சைட்டோசினுக்குப் பதிலாக, 5 மெத்தில் சைட்டோசின்கள் உள்ளன. வாட்சன், கிரிக் என்னும் இரண்டு அறிவியலாரும், டிஎன்.ஏ-இன் திருகு சுருள் அமைப்பை வெளியிட்டனர். ஒரு நடு அச்சைச் சுற்றி இரண்டு தொடர் பாலி நியூக்ளியோட்டைடுகள் உள்ளமையையும், நியூக்ளியோட்டைடு பியூரின் பிரிமிடின் காரங்கள் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பினால் இணைந்துள்ளமையையும் காட்டினர். காரங்கள் இரட்டையாக இணைந்தும், இழை அச்சுக்குச் செங்குத்தாகவும் உள்ளமையை விளக்கினர். ஒரு நியூக்ளியோட்டைடு தொடரிலுள்ள பியூரின் மற்றொரு நியூக்ளியோட்டைடு தொடரின் பிரிமிடினுடன் ஹைட்ரஜனால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. அடினைனுக்கும், தைமினுக்கும் குவானினுக்கும், சைட்டோசினுக்கும் இடையே இத்தகைய புணைவுகள் உள்ளன. டிஎன்.ஏ.-இன் கருவில் ஒரு குறியமைப்பு காணப்படுகிறது. இதில் A-T, T-A, G-C, C-G என்னும் அமைப்பு இருக்கிறது. இக்குறியீட்டமைப்பு மரபியலின் செயல் நுணுக்கத்திற்குப் பயன்படுகிறது.

வில்கின்ஸ் என்பாரின் ஆராய்ச்சி முடிவின்படி, பியூரினுக்கும், பிரிமிடினுக்கும் உள்ள இடைவெளி 3.4A° ஆகும். மேலும், ஒவ்வொரு பத்து அலகுகளுக்கு ஒருமுறை உருவ அமைப்பு, மீண்டும் 3.4A° இடைவெளியுடன் வருகிறது.

மூலக்கூறு ஒரே நீள் அமைப்பாக இராமல் திருகு சுருளமைப்பில் உள்ளமையால் ஒரு சுற்று 34A° நீளமுள்ளதாகிறது. இத்திருகின் விட்டம் 20A°. வாட்சன் கிரிக் அமைப்பு அனைத்து உயிரிகளுக்கும் பொதுவாக

உள்ளது. இந்த இரட்டைத் திருகமைப்பு மறுபகர்ப்பு முறையைத் (replication) தன் விளக்கமாகக் கொண்டுள்ளது. இரண்டு இழைகளும் சுருள் வடிவிலிருந்து விடுபட்டால் ஏணி போன்ற அமைப்புடன் பாலி நியூக்ளியோட்டைடு தொடர்களின் ஒவ்வொரு காரமும் அதனையொத்த காரத்துடன் ஒரு தொடரில் இணைந்துள்ளது போலிருக்கும். 1959 இல் சிஸ்ஷீமர் என்பார் எஷ்செரிச்சியாகோலை என்னும் பாக்டீரியாவைத் தாக்கும் வைரஸ்174ஐத் தனிப்படுத்தினார். அதில் ஓர் இழையில் 5500 நியூக்ளியோட்டைடுகள் இருந்தன.

ஆர்.என்.ஏ-இன் இயல்புகள். ஆர்.என்.ஏ இல் அடினைன், குவானின், உராசில், சைட்டோசின் என்னும் நான்கு மென்காரங்கள் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. ஆனால், டி.என்.ஏ-இல் அடினைன், குவானின், சைட்டோசின், தைமின் என்னும் நான்கும் இடம் பெறுகின்றன. டி.என்.ஏ-இல் உள்ள தைமினுக்குப் பதிலாக ஆர்.என்.ஏ.-இல் உராசில் இடம் பெறுகிறது. எனவே, சர்க்கரை அமைப்பில் மட்டுமன்றி, நைட்ரஜன் காரப்பொருளாலும் இரண்டு நியூக்ளிய அமிலங்களும் மாறுபடுகின்றன. நைட்ரஜன் கொண்ட ஒரு மென்காரப் பொருளும், ஒரு சர்க்கரையும் சேர்ந்து உருவாகின்ற கூட்டுப்பொருளுக்கு நியூக்ளியோசைடு என்று பெயர். ஐந்து நைட்ரஜன் காரப்பொருளும் தனித்தனியாக ரைபோசுடன் சேர்ந்து ஐந்து நியூக்ளியோசைடுகள் உருவாக்குகின்றன. இந்த நியூக்ளியோசைடுகள் ஒவ்வொன்றும் ஃபாஸ்பாரிக் அமிலத்துடன் சேர்ந்து உருவாக்குகின்ற கூட்டுப்பொருள்களே நியூக்ளியோட்டைடு எனப்படும்.

இரண்டு நியூக்ளியோடைடுகள் ஒன்றாக இணைந்தால் அவற்றை இரு நியூக்ளியோட்டைடு என்றும், மூன்று சேர்ந்தால் அவற்றை மூன்று நியூக்ளியோட்டைடு என்றும், மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் நியூக்ளியோட்டைடுகள் சேர்ந்தால் அவற்றைப் பாலி நியூக்ளியோடைடு என்றும் குறிப்பர். நியூக்ளியோட்டைடுகளின் அமைப்பை நோக்கின், நைட்ரஜன் கொண்ட மென்காரப்பொருளின் நைட்ரஜன், சர்க்கரையின் முதல் கார்பன் அணுவுடன் இணைந்திருப்பது புலனாகும். நியூக்ளியோட்டைடில் உள்ள ஃபாஸ்பாரிக் அமிலம் சர்க்கரையின் ஐந்தாம் கார்பன் அணுவுடனோ, மூன்றாம் கார்பன் அணுவுடனோ சேர்ந்திருக்கும். நியூக்ளியோட்டைடுகள் ஒன்றோடு ஒன்று இணையும்போது, ஃபாஸ்பேட் குழுவே இணைப்புப் பாலமாகச் செயல்படுகிறது. ஒரு நியூக்ளியோட்டைடில் சர்க்கரையின் ஐந்தாம் கார்பனுடன் ஃபாஸ்பேட் குழு இணைந்தால் அடுத்த நியூக்ளியோட்டைடில் மூன்றாம் கார்பனுடன் இணையும். அதற்கும் அடுத்த நியூக்ளியோட்டைடில் ஐந்தாம் கார்பனுடன் இணையும். இவ்வாறு மாறி மாறிச் சர்க்கரையின் மூன்றாம் கார்பனையும் ஐந்தாம் கார்பனையும் இணைப்பதால் இதனை 3′ - 5′ இணைப்பு என்பர். ரைபோ நியூக்ளிய அமிலத்தில் பங்குபெறும் நியூக்ளியோட்டைடுகள் இந்த 3′ - 5′ இணைப்பு மூலம் ஒரு பெரிய கூட்டுப்பொருளாகிய ஆர்.என்.ஏ என்பதை உருவாக்குகின்றன. இந்த ஆர்.என்.ஏ-இல் ஒரு முனையில் உள்ள நியூக்ளியோட்டைடில் 3ஆம் கார்பன் அணு இணைப்பு பெற்றிராது. இதனை 3′ முனை என்றும் மற்றொரு முனையில் ஐந்தாம் கார்பன் இணைப்பு இராமையால் இதனை 5′ முனை என்றும் கூறுவர்.

ஆர்.என்.ஏ வகை. உயிரணுக்களில் காணப்படும் ரைபோ நியூக்ளிக் அமிலங்கள் நச்சுயிரி ஆர்.என்.ஏ, தூது ஆர்.என்.ஏ, மாற்றல் ஆர்.என்.ஏ, ரைபோசோமல் ஆர்.என்.ஏ என 4 வகைப்படும்.

நச்சுயிரி ஆர்.என்.ஏ. நச்சுயிரி என்பது உலகில் காணப்படும் உயிரினங்களிலேயே மிகச் சிறிய உயிர்ப்பொருள். இது, தாமே தனித்து வாழும் தன்மை உடையதன்று. உருவில், நுண்ணுயிரைவிடப் பல மடங்கு சிறிதாக இருக்கும். விலங்குகளின் உயிரணுவில் இனப்பெருக்கம் செய்யும் நச்சுயிரியை விலங்கு நச்சுயிரி என்றும், தாவரங்களில் இனப்பெருக்கம் செய்வதைத் தாவர நச்சுயிரி என்றும், நுண்ணுயிரிகளைச் சார்ந்தவற்றை நுண்ணுயிர் நச்சுயிரி என்றும் மூவகைப்படுத்துவர். பெரும்பாலான நச்சுயிரிகள் நியூக்ளிய அமிலத்தையும், புரதத்தையும் மட்டுமே தன்னகத்தே கொண்டு விளங்கும். நியூக்ளிய அமிலம் டி.என்.ஏ-ஆக இருந்தால் ஆர்.என்.ஏ. நச்சுயிரி என்றும் குறிப்பர். நச்சுயிரியில் காணப்படும் ஆர்.என்.ஏ, நச்சுயிரி ஆர்.என்.ஏ எனப்படும். நச்சுயிரி ஆர்.என்.ஏ தவிர மற்ற மூன்று ஆர்.என்.ஏ க்களும் தங்களுக்குத் தேவையான புரதத்தைத் தாமே உற்பத்தி செய்துகொள்ளும் திறன் படைத்தவை. இவை உயிரினங்கள் அனைத்திலும் நிறைந்திருக்கும்.

தூது ஆர்.என்.ஏ (messenger RNA). இது நியூக்ளியோட்டைடுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு அழிக்கப்பட்டுவிடுகிறது. இந்த நியூக்ளியோட்டைடு மீண்டும் ஆர்.என்.ஏ உற்பத்தியில் ஈடுபடுகிறது. தூது ஆர்.என்.ஏ-இன் உருவ அளவும், கூட்டு அணு எடையும்,

அது எடுத்து வருகின்ற தகவலைப் பொறுத்திருக்கும். பெரிய புரதத்தைத் தயாரிக்கப் பெரிய தூது ஆர்.என்.ஏ -உம் சிறிய புரதத்தைத் தயாரிக்கச் சிறிய தூது ஆர்.என்.ஏ -உம் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

மாற்றல் ஆர்.என்.ஏ (transfer RNA). சைட்டோப்பிளாசத்தில் ரைபோசோம் என்னும் நுண்பொருள்கள் காணப்படும் பகுதியில் புரதம் உற்பத்தியாகிறது. சைட்டோப்பிளாசம் எங்கும் நிறைந்து காணப்படும் அமினோ அமிலங்களைப் புரத உற்பத்தி நடக்கும் இடத்திற்குக் கொண்டு வந்து சேர்க்கின்ற வேலையை மாற்றல் ஆர்.என்.ஏ செயல்படுத்துகிறது. ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலத்திற்கும், குறைந்தது ஒரு மாற்றல் ஆர்.என்.ஏ பொறுப்பு ஏற்றுக் கொண்டுள்ளது. சில அமினோ அமிலங்களுக்கு ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட மாற்றல் ஆர்.என்.ஏக்கள் பொறுப்புள்ளவையாக இருக்கலாம். ஆனால் ஒரு குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலத்தைத் தவிர, வேறு அமினோ அமிலங்கள் புரதங்களை உருவாக்கப் பயன்படுகின்ற காரணத்தால், குறைந்தது 20 மாற்றல் ஆர்.என்.ஏ-க்கள் தேவைப்படும். ஆனால், சில அமினோ அமிலங்களுக்கு ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட மாற்றல் ஆர்.என்.ஏ-க்கள் உள்ளமையால், மொத்தத்தில் இருபதிற்கும் மேற்பட்ட மாற்றல் ஆர்.என்.ஏ க்கள் உள்ளன.

மாற்றல் ஆர்.என்.ஏ-க்களே உருவத்தில் மிகச் சிறிய ஆர்.என்.ஏ-க்கள். இவை 75-80 நியூக்ளியோட்டைடுகளைக் கொண்டவை. இவற்றின் கூட்டு அணு எடை 20,000 -30,000 இருக்கும். குறைந்த கூட்டு அணு எடையைக் கொண்டுள்ளமையால் இவை எளிதில் கரையக்கூடியவை. ஆகவே, இவற்றிற்குக் கரைதல் ஆர்.என்.ஏ (soluble RNA) என்னும் மற்றொரு பெயரும் உள்ளது. மேலும், இவை அமினோ அமிலங்களுடன் இணைந்து அவற்றை ஏற்றுக்கொள்ளுகின்ற காரணத்தால் ஏற்கும் ஆர்.என்.ஏ (acceptor RNA) எனவும் பெயர் பெறுகின்றன.

ரைபோசோமல் ஆர்.என்.ஏ. சைட்டோப்பிளாசத்தில் காணப்படும் உள்ளுறுப்புகளில் ஒன்றாகிய ரைபோசோம் தூது ஆர்.என்.ஏ-இல் உள்ள செய்தியைப் படித்து அதன்படி மாற்றல் ஆர்.என்.ஏ-வைக் கொண்டுவரும் அமினோ அமிலங்களை ஒன்றுடன் ஒன்றை இணைத்துப் புரதத்தை உருவாக்குகிற பெரும்பணியைச் செய்கிறது. பல ரைபோசோம்கள் ஒன்றாக இணைந்து காணப்படுவதைத் தொடர் ரைபோசோம்கள் (polyribosomes) என்பர். உண்மையில் பல ரைபோசோம்கள் ஒரே நேரத்தில் தூது ஆர்.என்.ஏ-இல் உள்ள செய்தியினைப் படிப்பதால்தான் அவை ஒரு குழுவாகக் காட்சி தருகின்றன. சுருங்கக்கூறின், ரைபோசோம்களே புரதத்தைத் தயாரிக்கின்ற தொழிற்சாலையாகும். உயிரணுவின் பல்வேறு இடங்களிலிருந்து தொழிற்சாலைக்குத் தேவையான மூலப்பொருளான அமினோ அமிலங்களைக் கொண்டுவருகிற போக்குவரத்து வேலையை மாற்றல் ஆர்.என்.ஏ. செய்கிறது. நியூக்ளியசில் காணப்படும் டி.என்.ஏ. ஆர்.என்.ஏ மூலம், புரதம் எவ்வாறு இருக்க வேண்டும் என நிர்வகிக்கின்ற அரிய பணியினைச் செய்கின்றது. ரைபோசோமல் ஆர்.என்.ஏ. ஓர் இழையைக் கொண்டது. சில இடங்களில் கொண்டை ஊசி போன்ற வளைவுகள் இதிலும் இருக்கக்கூடும். இந்த ஆர்.என்.ஏ ரைபோசோம் தூது ஆர்.என்.ஏ-இல் உள்ள தகவலைப் படிக்க உதவுகிறது.

டி.என்.ஏ.யை மையமாக வைத்து ஆர்.என்.ஏயும், ஆர்.என்.ஏ மூலமாகப் புரதமும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. டி.என்.ஏயையும், ஆர்.என்.ஏயையும் மையமாக வைத்து, ஆர்.என்.ஏ தயாரிக்கப்படுவதற்குப் படிவமாற்று (transcription) என்று பெயர். ஒரு புரதத்தின் உற்பத்திக்குக் காரணமான டி.என்.ஏ யின் ஓர் இழையின் குறிப்பிட்ட பகுதியையே மரபுக்கூறு (gene) என்பர். இந்த மரபுக்கூறின் டி.என்.ஏ அமைப்பிலுள்ள மென்கார வரிசைக்கேற்ப, தூது ஆர்.என்.ஏ தயாரிக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக ஒரு குறிப்பிட்ட மரபுக்கூறின் ஒரு பகுதியில் நடைபெறும் படிவுமாற்றுதலைக் குறிப்பிடலாம்.

ஆர்.என்.ஏ-இல் தைமினுக்குப் பதிலாக உராசில் இடம்பெறுவது குறிப்பிடத்தக்கது. டி.என்.ஏ-யில் உள்ள செய்தியை ரைபோசோம் புரிந்து கொள்ளுகின்ற எழுத்து வடிவத்தில் தூது ஆர்.என்.ஏ-இல் இடம்பெற உயிரணுவில் நடைபெறும் படிவமாற்றுப் பணிபுரிகிறது. தூது ஆர்.என்.ஏ-வில் மென்காரங்களை இணைக்க டி.என்.ஏ வைச் சார்ந்த ஆர்.என்.ஏ பாலிமரேஸ் (DNA dependent RNA polymerase) என்னும் நொதி பயன்படுகிறது. தூது ஆர்.என்.ஏ, மாற்றல் ஆர்.என்.ஏ, ரைபோசோம் ஆர்.என்.ஏ ஆகியவை நியூக்ளியசின் டி.என்.ஏ-யை மையமாக வைத்துத் தயாரிக்கப்பட்டு, பின்னர் உயிரணுவின் உள்நீர்மத்திற்கு அனுப்பப்படும்.

ஆர்.என்.ஏ-புரதம் நியூக்ளியசில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட தூது ஆர்.என்.ஏ உள்நீர்மத்திற்கு வந்து சேர்ந்தவுடன், அதில் உள்ள செய்திகளைப் படிக்க ரைபோசோம்கள் கூடிவிடுகின்றன. ஆனால், அவை ஒழுங்கான முறையில் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக வரிசையில் சென்று, தூது

ஆர்.என்.ஏ-இல் உள்ள செய்தியினைப் படித்து அதற்கேற்பப் புரதங்களைத் தயாரிக்கின்றன. தூது ஆர்.என்.ஏ-இல் எழுதப்பட்டுள்ள செய்தி நியூக்ளிய அமில மொழியிலுள்ளது. இம்மொழி நான்கு மென்காரங்களைக் குறிக்கின்ற ஏ(A) யு(U) சி(C) ஜி(G) என்னும் நான்கு எழுத்துக்களைக் கொண்டதாகும். புரதமொழி, அமினோ அமிலங்கள் என்னும் இருபது எழுத்துக்களைக் கொண்டது. எனவே, நியூக்ளிய அமில மொழியிலிருக்கும் செய்தி புரத மொழிக்கு மொழிபெயர்க்கப்படவேண்டும். இந்த மொழிபெயர்ப்பு ரைபோசோம் என்னும் மொழிபெயர்ப்பாளர்களால் நடத்தப்படுகிறது. மொழி பெயர்ப்பதுடன், அச்செய்தியில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள புரதமும் தயாரிக்கப்படுகிறது. மரபுவழிக்குறியீடு (genetic code) தூது ஆர்.என்.ஏ-இல், ஏ, யு, சி, ஜி என்னும் நான்கு எழுத்துக்களைக் கொண்டு எவ்வாறு 20 அமினோ அமிலங்கள் பற்றிய செய்திகள் பதியப்படுகின்றன என்பது 1961ஆம் ஆண்டு வரை புலனாகாமலேயே இருந்தது. நான்கு எழுத்துகளில், ஒவ்வோர் எழுத்தும் ஓர் அமினோ அமிலத்தைக் குறிக்கும் என எடுத்துக் கொண்டால், நான்கு அமினோ அமிலங்களையே குறிப்பிட முடியும். இரண்டு எழுத்துக்கள் கொண்ட சொற்களானால், மொத்தம் உள்ள நான்கு எழுத்துகளை வைத்து, 16 வெவ்வேறு சொற்களையே தயாரிக்க முடியும். எனினும், 20 அமினோ அமிலங்களைக் குறியிட்டுக் காட்ட சொற்கள் போதா. எனவே, மூன்று எழுத்துகளைக் கொண்ட சொற்களில் நான்கு எழுத்துகளையும் முன் பின்னாக மாற்றினால் கூடுதலாக 64 சொற்கள் கிடைக்கும். இவை இருபது அமினோ அமிலங்களைக் குறியிட்டுக் காட்டப் போதுமானவை.

எம்.நிரென்பர்க் என்பாரும், ஹெச். மத்தாய் என்பவரும் 1961ஆம் ஆண்டு உராசில் மென்காரத்தை மட்டுமே கொண்ட ஆர்.என்.ஏ ஒன்றினைச் செயற்கையாகத் தயாரித்தனர். இதில் மென்கார வரிசை U U U U U என்றே இடம் பெற்றிருக்க முடியும். இதனைத் தூது ஆர்.என்.ஏ-ஆகக் கொண்டு, புரதத் தயாரிப்புக்குத் தேவையான மற்றப் பொருள்களாகிய, குவானின் நியூக்ளியோட்டைடு, மாற்றல் ஆர்.என்.ஏ, 20 அமினோ அமிலங்கள், மக்னீசியம், அடினைன் நியூக்ளியோட்டைடு, இ.கோலை நுண்ணுயிரிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட நொதி, இவற்றுடன் ஆய்வுக்குழாயில் புரதத் தயாரிப்பு நடைபெறுவதற்கான சூழ்நிலையை ஏற்படுத்தினர். தயாரிக்கப்பட்ட புரதத்தை எடுத்து ஆராய்ந்ததில், அது ஃபினைல் அலனின் என்னும் அமினோ அமிலத்தை மட்டுமே கொண்டிருந்தமை அறியப்பட்டது. எனவே, மூன்று யுரோசில் மென்காரங்கள் (UUU) ஃபினைல் அலனின் என்னும் அமினோ அமிலத்தைக் குறிக்கும் குறியீடு (Code) என அறிவித்தனர். அதன் பின்னர், ஒச்சாவா ஹச்.கொரோனா, நிரென்பர்க் ஆகியோர் மற்ற மரபுவழிக் குறியீடுகள் அனைத்தையும் கண்டனர். மேலும், தூது ஆர்.என்.ஏ - இல் காணப்படும் இந்தக் குறியீடுகளை வைத்தே ரைபோசோம்கள் அமினோ அமில வரிசையை வரையறுக்கின்றன என்பதையும் கண்டறிந்தனர்.

இந்த 64 குறியீடுகளில், 3 குறியீடுகள் தவிர ஏனைய யாவும் அமினோ அமிலங்களுக்கு உரியனவாகும். இம்மூன்றும் புரதத் தயாரிப்பு முடிந்துவிட்ட நிலையைக் காட்டவும், இடைவெளி விடுவதற்கானதுமான குறியீடுகள். சில அமினோ அமிலங்களுக்கு ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட குறியீடுகள் உள்ளமையால், அவற்றை அறிந்துகொள்ள எதிர்க் குறியீடுகளைக் கொண்ட ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட மாற்றல் ஆர்.என்.ஏ-க்களும் உயிரணுவில் இருக்கின்றன. இந்த மரபு வழிக் குறியீடுகள் நுண்ணுயிரி முதல் மனிதன் வரை அனைத்து உயிரினங்களுக்கும் ஒன்றாகவே அமைந்துள்ளன. கீழ் உயிரினங்களிலிருந்தே மற்ற உயிரினங்களும், மனிதனும் படிமலர்ச்சிகள் வாயிலாகத் தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்பதற்கு இது ஓர் அடிப்படை எடுத்துக்காட்டாகத் திகழ்கிறது.

டி.என்.ஏ-இன் இயல்புகள். டி.என்.ஏ, இழைமத்தின் பொருள்களைக் கொடுக்கிறது. அப்பொருள்களின் சோடிய உப்புகள் பாகு வடிவத்திலிருக்கும். இதில் இரு கதிர் விலக்கம் இல்லை; உறுதிப்பட்ட நிலையில் ஒளி புகாது; கலக்கப்பட்ட நிலையில் சிறிதளவு ஒளி புகும்; டி.என்.ஏ-இன் மூலக்கூறு எடை 10^6; -டி.என்.ஏ இழைகள் மிகவும் மென்மையாக எளிதில் கிழிந்துவிடும் தன்மையுடனிருக்கும். சூடாக்கினால் இதன் இயல் தன்மை மாறுபடுகிறது. சிறிது வெப்பத்தை அதிகப்படுத்தினாலும் சுருள் தன்மை நீங்கித் தனி இழைகளாகிவிடுகின்றன. வெப்பம் குறைக்கப்பட்ட பிறகும் தனி இழைகளாகவே இருக்கும். வெப்பம் சீராகக் குறைக்கப்பட்டால் இரண்டு இழைகளும் ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் மீண்டும் சேர்கின்றன.

டி.என்.ஏ இன் உயிரியல் சிறப்பு. செல்லின் மரபியல் பொருளாகச் செயல்படும் டி.என்.ஏ தாமாக இரட்டிக்கும் திறனுடனும், ஒரு குறிப்பிட்ட செல்லின் அமைப்பிற்கும், செயலுக்கும் மொத்த வெளிப்பாட்டுத் திறனுடன்

விளங்கும். உயிரிய வேதியல்படி ஜீனின் செயல், புரத உருவாக்கலுடன் தொடர்புடையது.

டி.என்.ஏ தொகுப்பு. டி.என்.ஏ மூலக்கூறுகளின் இரட்டை இழை உரு உள்ளமையைக் கொண்டே அவை சேர்க்கப்படுகின்றன என்று தெளிவாகிறதென்று வாட்சனும், கிரிக்கும் தெவிரித்தனர். டி.என்.ஏ பாலிமெரேஸ் நொதியால் மக்னீசியம் அயனிகளில் டி.என்.ஏ இன் இரண்டு இழைகளும் பாலி நியோக்ளியோட்டைடுகளின் முன்னிலையில் சுருள் தன்மை நீங்கிப் பிரிகின்றன. இறுதியில் இவ்வலகுகள் தங்கள் மென்காரங்களால் அவற்றையொத்த மென்காரங்களுடன் இணைகின்றன. டிஆக்சிநியூக்ளியோசைடு- டிரைபாஸ்ஃபேட்டுகள் நியூக்ளிய நீர்மத்திலிருந்து ஈர்க்கப்பட்டு, தனி இழைகளில் அவற்றைச் சார்ந்த காரங்களுடன் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. சரியாகச் சார்ந்த காரத்துடன் தான் பிணைப்பு ஏற்பட முடியும். புதிதாக உருவாகும் நியூக்ளியோட்டைடு எஞ்சியுள்ள பாஸ்ஃபேட்டிலிருந்து ஒரு பாஸ்ஃபேட் தொகுதிப் பக்கத்திலுள்ள புதிய நியூக்ளியோட்டைடில் 3' ஹைட்ராக்சில் தொகுதியுடன் இணையும். இவ்வாறாக ஒரு புது நியூக்ளியோட்டைடு சிறிது சிறிதாக உருவாகும். மூல இழைக்கூறில் காரங்கள் இணைகின்றன. இறுதியாக இரண்டு அலகுகள் தோன்றி, பழைய டி.என்.ஏ மூலக்கூறுகள் இரட்டையாக வடிவெடுக்கின்றன.

மெசில்சன், ஸ்டார் ஆகியோர் எஸ்செரிச்சியா கோலை என்னும் பாக்டீரியத்தில் ஆராய்ச்சி செய்து, டி.என்.ஏ சேர்க்கை முறையை ஒத்துப் பார்த்தனர். அண்மையில் நடந்துள்ள ஆராய்ச்சிகளினால் வாட்சன் கிரிக் உருவாக்கிய டி.என்.ஏ சுருள் அமைப்பு, டி.என்.ஏ இழைகள் இரட்டிப்பாதலை உறுதிப்படுத்துகிறது.

டி.என்.ஏ இழைகளில் கீழ்க்காணும் வேறு பல முக்கிய இடைச்செயல்களும் நடைபெறுகின்றன. அவை திடீர் மாற்றங்கள், மரபியல் கூறு மீண்டும் சேர்தல், டி.என்.ஏ திருகு இழைகள் உடைதல், திருகிழைகளின் ஒரு பகுதி துண்டித்து மீண்டும் இணைதல், பாஸ்ஃபோ டைஎஸ்டர் பிணைவினால் மற்ற இழைகளுடன் இணைதல் என்பன.

- *கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்*

- *கே. கே. அருணாசலம்*

- *என். சதாசிவம்*

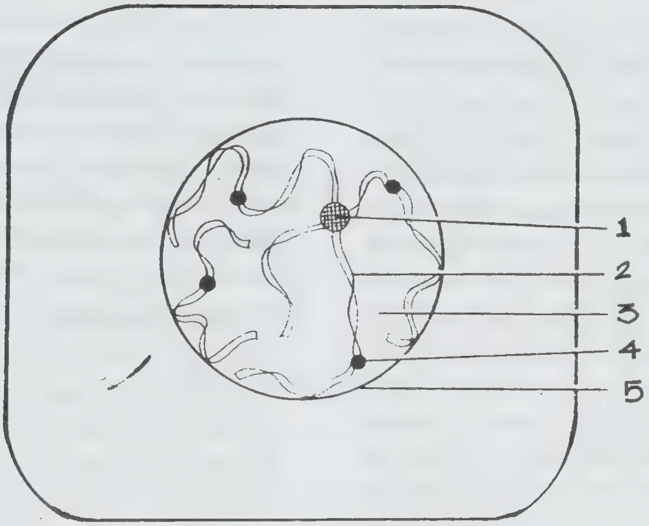
துணைநூல். P.S. Verma and V.K. Agarwal, *Genetics*, S. Chand and company, New Delhi, 1987.

நியூக்ளியஸ்

ஒவ்வொரு தாவர, விலங்குச் செல்களிலும் டி ஆக்சிரிபோ நியூக்ளியக் அமிலம் (டி.என்.ஏ) என்னும் மரபுப் பொருள் செறிவு அமைந்த மைய இடம் நியூக்ளியஸ் எனப்படும். புரதச் சேர்க்கையை நெறிப்படுத்தும் ரிபோநியூக்ளியக் அமிலம் (ஆர்.என்.ஏ) நியூக்ளியசில் உண்டாகிறது. பகுப்பு நடைபெறுவதற்கு முன்பு நியூக்ளியசில் உள்ள டி.என்.ஏ சரிசமமாக இரட்டிப்பு அடைந்து அதன் சந்ததிகளை அடைகிறது. முன் நியூக்ளியஸ் (procaryote) பாக்டீரியாக்களிலும், சில நீலப்பசும்பாசிகளிலும் உள்ளது. இதில் டி.என்.ஏ உள்ள பகுதியை வரம்பிடும் சவ்வு இல்லை. உயர்வகை நியூக்ளியஸ் (eucaryote) என்பது ஏனைய உயிரினங்கள் அனைத்திலும் காணப்படும். இவ்வகை நியூக்ளியசில் டி.என்.ஏ உள்ள பகுதி தெளிவான நியூக்ளியச் சவ்வினால் வரம்புப் பெற்றிருக்கும். படிமலர்ச்சிக் கீழான, படிமலர்ச்சி மேலான உயிரினங்களைப் பிரித்துப் பாகுபாடு செய்து அறிவதில் இவ்விரு வகை நியூக்ளியஸ்களும் சிறப்பிடம் பெறுகின்றன.

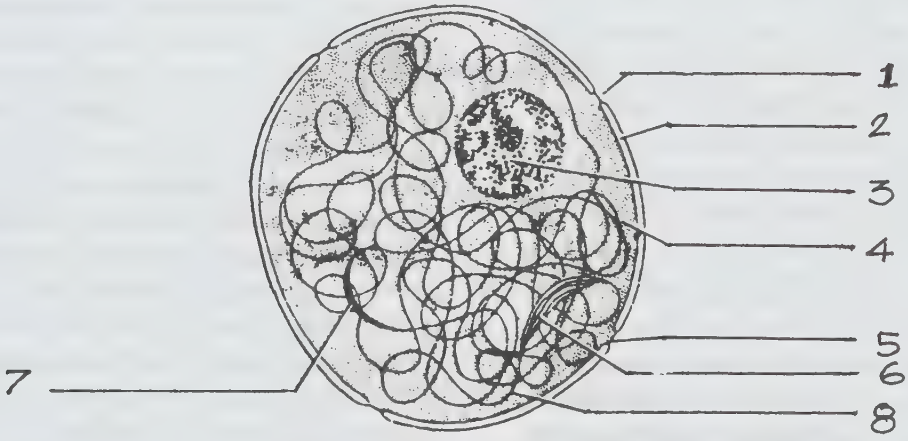
உயிருள்ள செல்களில் நியூக்ளியஸ் தெளிவாகக் காணப்படும். செல்லின் மையத்தில் கண்ணாடிபோல் தெளிவான உருண்டை அல்லது கோள வடிவத்தில் ஒளி ஊடுருவாத சைட்டோப்பிளாசத்தின் மையத்தில் நியூக்ளியஸ் அமைந்திருக்கும். நியூக்ளியஸ் உறைச்செல் உறுப்புகளான மைட்டோகாண்டிரியாக்கள், கணிகங்கள், வெற்றிடங்கள், ஏனைய செல் உட்பொருள்கள் ஆகியவற்றிற்கு உள்ளே அமைந்திருக்கும். 19ஆம் நூற்றாண்டு வரை அனைத்துச் செல்களிலும் நியூக்ளியஸ் இருக்கும் என்பது அறியப்படவில்லை. இங்கிலாந்து நாட்டின் தாவரவியல் அறிஞரான ராபர்ட் பிரவுன் என்பார் 1833ஆம் ஆண்டில் ஆர்க்கிட்டுகளில் செய்த ஆய்வுகளாலும், 1836ஆம் ஆண்டில் ஜெர்மானியச் செயலியல் அறிஞரான ஜே.ஈ. பர்கின்ஜீ என்பார் செய்த ஆய்வுகளாலும், உயிரினங்களின் அனைத்துச் செல்களிலும் நியூக்ளியஸ் உள்ளமை அறியப்பட்டது. கி.பி. 1838ஆம் ஆண்டில் டி. ஷீளீய்டன் என்பார் நியூக்ளியஸ் என்பது பழைய செல்லில் காணப்படும் புதிய கருச்செல் என்னும் கருத்தை வெளியிட்டமையால் அறிவியல் உலகம் இந்தப் புதிய விளக்கத்தால் அரை நூற்றாண்டுக் காலம் தெளிவற்ற நிலையிலேயே காலம் கழிக்க நேர்ந்தது.

செயல். நியூக்ளியஸ் பல சேர்க்கைச் செயல்களை நெறிப்படுத்தும் விதத்தைப் பல நவீன உயிரிவேதியியல்



அ. இடைநிலை நியூக்ளியஸ்

1. நியூக்ளியோலஸ்
2. குரோமோசோம்
3. நியூக்ளியோபிளாசம்
4. குரோமோசோம் மையம்
5. நியூக்ளியசின் எல்லை.



முதல் நிலை நியூக்ளியஸ்

1. நியூக்ளியத் துளை
2. நியூக்ளிய உறை
3. நியூக்ளியோலஸ்
4. நியூக்ளியோபிளாஸ்ட்
5. தடுப்பு
6. குரோமோ சென்டர்
7. ஹெட்டிரோகுரோமேட்டின்
8. யூகுரோமேட்டின்

ஆய்வுகள் விளக்குகின்றன. குரோமோசோம்கள் வார்ப்பட அச்சாகச் செயல்பட்டு, அதனால் அந்தக் குறிப்பட்ட ஆர்.என்.ஏ. மூலக்கூறுகள் உண்டாக்கப்படுவதற்குப் படியாக்குதல் **(transcription)** என்று பெயர். டிஎன்.ஏ மூலக்கூற்றின் ஒரு பகுதியின் கண்ணாடித் தோற்றம் என ஆர்.என்.ஏ. மூலக்கூறுகள் உண்டாக்கப்பட்டு, அவை நியூக்ளியஸ் சாறு என்னும் நீர்ம அமைப்பினுள் செல்கின்றன. இதனால் அந்தக் குறிப்பிட்ட டிஎன்.ஏ பகுதி மீண்டும் புதிது புதிதாக ஆர்.என்.ஏ. மூலக்கூறுகளை உண்டாக்கும் வாய்ப்பை ஏற்படுத்துகிறது. முன் நியூக்ளியஸ் உள்ள செல்களில் உண்டான ஆர்.என்.ஏ. மூலக்கூறுகள் நியூக்ளியஸ் துளை மூலம் சைட்டோப்பிளாசத்தை அடைந்து, அங்குக் குறிப்பிட்ட புரதச்சேர்க்கையில் பங்கேற்கின்றன. இத்தகைய புரதங்களே உயிரினங்களின் வாழ்விற்கு மிகவும் இன்றியமையாதனவாக உள்ளன. நியூக்ளியஸ், செல்பகுப்பிலும் சிறப்பான பங்கு பெறுகிறது. பெரும்பாலான செல்களில் செல் பகுப்பு நடைபெறுவதற்கு முன்னரே, அது நடைபெறுவதற்கு உரிய ஏற்பாடுகள் செய்யப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு பாலூட்டிச் செல் தன் டிஎன்.ஏ. மூலக்கூற்றினை 12-16 மணி நேரத்திற்கு முன்பே இரட்டிப்பு அடையச் செய்கிறது. மேலும் புதிய டி.என்.ஏ. மூலக்கூற்றுச் சேர்க்கை நடைபெற 6-10 மணிநேரம் ஆகும். நியூக்ளியசில் உள்ள டி.என்.ஏ. சிற்றிழைகள் குரோமோசோம்களாக மாறுவதற்குப் பல மணிக்கு முன்பே மரபுப் பொருள் இரட்டிப்பு அடைகிறது. இதற்குப் பிறகே செல்பகுப்பு நடைபெறுகிறது. நியூக்ளியசின் பெரும்பாலான பணிகள் தெளிவாக அறியப்பட்ட போதிலும், அதில் உள்ள சில தன்மைகள் இதுவரை நன்கறியப்படவில்லை. இவ்விதம் அறியப்படாத தன்மைகளுள் கட்டுப்பாட்டுச் செயல்முறைகள் அடங்கும்.

ஒரு செல் பகுப்பிற்கான ஏற்பாடுகள் செய்யப்படுவதற்குரிய காரணி, டிஎன்.ஏ. மூலக்கூற்றில் எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியையும் படியாக்குவதற்குப் பயன்படுகின்றது. எந்தப் பகுதி பயன்படாமல் செயல்படாத் தன்மையில் உள்ளது என்பது தெளிவாக உணரப்படவில்லை. கதிரியக்க ஐசோடோப் அடையாளம் காட்டிகளைப் பயன்படுத்திச் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளிலிருந்து, ஒரு சில ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறுகள் நியூக்ளியஸ் உறையினின்று விரைந்து வெளியேற்றப்படும் என அறியப்பட்டுள்ளது. இருப்பினும் பெரும்பாலான ஆர்.என்.ஏ. மூலக்கூறுகள் சைட்டோப்பிளாசத்தினுள் நுழையாமல், நியூக்ளியசிற்கு உள்ளேயே எந்தவிதமான குறிப்பிட்ட பணியும் இன்றிச் சிறு துண்டுகளாகக்கப் படுகின்றன. டி.என்.ஏ. மூலக்கூற்றினால் படியாக்கப்பட்ட அனைத்து ஆர்.என்.ஏ.க்களும் பயன்படுத்தப்படாமைக்கான காரணம் தெளிவாக அறியப்படவில்லை. நியூக்ளியசில் உள்ள பல புரதப்பொருள்கள் படியாக்குதலையும், ஆர்.என்.ஏ. மூலக்கூறுகள் சைட்டோப்பிளாசத்தினுள் செலுத்தப்படுவதையும் சான்றாகக் கருதலாம்.

உயிரிவேதியியல். நியூக்ளியசில் காணப்படும் புரதங்களை மூவகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை டிஎன்.ஏ -யுடன் இயைந்துள்ள ஹிஸ்டோன் என்னும் அடிப்படைப் புரதங்கள், ஆர்.என்.ஏ யுடன் இயைந்துள்ள ஹிஸ்டோன் அல்லாத புரதங்கள், நியூக்ளியஸ் சாற்றில் கரைந்துள்ள கரையும் தன்மை பெற்ற புரதங்கள் என்பன. ஹிஸ்டோன் என்பது ஆர்ஜினின், லைசின் என்னும் அடிப்படையான அமினோ அமிலங்களை உடையது. இத்தகைய புரதங்கள் உயர்வகை நியூக்ளியஸ் டிஎன்.ஏ. எந்த அளவு உள்ளதோ அந்த அளவில் காணப்படும். இத்தகைய ஹிஸ்டோன், படிமலர்ச்சிக்குக் கீழான முன் நியூக்ளியஸ்களில் காணப்படுவதில்லை. படிமலர்ச்சியில் மேம்பாடான உயர்வகை நியூக்ளியஸ்களில் குறைந்தது 6 வகையான ஹிஸ்டோன்கள் காணப்படும். இவை யாவும் நேர்மின்னேற்றம் பெற்றவை. எனவே இவை டி.என்.ஏ. மூலக்கூற்றின் அமிலங்களில் உள்ள எதிர்மின்னேற்றத்தை நடுநிலையாக்குவதற்குப் பயன்படுகின்றன. உயர்வகை நியூக்ளியஸ்களில் உள்ள நீள் அமைப்புப் பெற்ற டிஎன்.ஏ. மூலக்கூற்றுடன் நெருங்கி அமைய இத்தகைய ஹிஸ்டோன்கள் பயன்படுகின்றன. நியூக்ளியஸ் கூட்டு அமைப்பினுள் டிஎன்.ஏ. மூலக்கூறும், ஹிஸ்டோன்களும் ஒரு சுற்றுப் போல் காணப்படும். மெல்லிய சிற்றிழையாக இருந்த டி.என்.ஏ. மூலக்கூறு ஹிஸ்டோன் சேர்க்கையால் குட்டையான, அகன்ற இழையாக மாற்றப்படுகிறது. டிஎன்.ஏ படியாக்கும் செயலைக் குறைப்பதன் மூலம் ஹிஸ்டோன் நியூக்ளியசின் கட்டுப்பாட்டுச் செயல்முறையிலும் பங்கேற்கும் என அறியலாம். ஆனால் நீண்ட பல செயல்களுக்கும், சிக்கலான செயல்களும் செய்யக்கூடிய ஆற்றல் பெற்ற டிஎன்.ஏ. மூலக்கூற்றை ஆறே ஆறுவகை ஹிஸ்டோன் புரதங்கள் கட்டுப்படுத்த இயலும் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

நியூக்ளியசின் அளவு, அதன் பணியைப் பொறுத்து அமைந்துள்ளது. ஆண், பெண் இணைவிகளைத் தவிர ஏனைய செல்களில் உள்ள நியூக்ளியஸ்களில் காணப்படும் டிஎன்.ஏ. ஹிஸ்டோன்களின் அளவு ஒரே

மாதிரியாக உள்ளது. செல் மிகு வளர்ச்சி அடையும்போதும், அதிக அளவு புரதங்களைச் சுருக்கும்போதும் நியூக்ளியசின் பல பகுதிகள் படியாக்கம் பெறுகின்றன. அப்போது நியூக்ளியஸ், நியூக்ளியஸ் சாறு கரையும் புரதங்களுடன் பெரிதாகிறது. நியூக்ளியஸ் சாற்றுப் புரதங்களின் பணி தெளிவற்றுக் காணப்படுகிறது. நியூக்ளியஸ் சாறு நியூக்ளியசினுள் எத்தகைய பொருள்கள் நுழைய வேண்டும் என்பதைக் கட்டுப்படுத்தும். குறிப்பாக ஆர்.என்.ஏ. உண்டாவதற்குப் பயன்படக்கூடிய நியூக்ளியோடைடு பாஸ்ஃபேட்டுகள் நுழைவதை நியூக்ளியஸ் சாறு கட்டுப்படுத்துகிறது. செயல் திறம் பெற்ற நியூக்ளியஸ்களில் நெருக்கமாகப் பின்னிப் பிணைந்திருந்த டி.என்.ஏ. கொத்துகளும், ஹிஸ்டோன்களும் தளர்ச்சியடைந்து ஹிஸ்டோன் அல்லாத புரதங்களுடனும், ஆர்.என்.ஏ க்களுடனும் சேர்ந்து பெரிதாக்கின்றன. ஹிஸ்டோன் அல்லாத புரதங்களின் பணி தெளிவற்றதாக இருந்தாலும், அவை டி.என்.ஏ. ஹிஸ்டோன் கூட்டுடன் சேர்ந்து பெரிதாகி, படியாக்குதல் நடைபெறுகிறது. பெரிதாக்கப்பட்ட டி.என்.ஏ., ஆர்.என்.ஏ. பாலிமெரேஸ் என்னும் நொதியுடன் சேர்கிறது. இந்த நொதி டி.என்.ஏ இரட்டை இழையுடன் இயங்கி, டி.என்.ஏ இன் ஆணைப்படி நியூக்ளியோடைடுகளைப் பொருத்தும்.

ரிபோ நியூக்ளியோ புரதங்களால் உண்டாக்கப்பட்ட ஏனைய ஹிஸ்டோன் அல்லாத புரதங்களும் ஆர்.என்.ஏ. யுடன் கூட்டுச் சேர்கின்றன. இத்தகைய கூட்டு, ஆர்.என்.ஏ. ஐவிட நிலைத்தன்மை பெற்றது. ஆர்.என்.ஏ இழைகளைத் துகள்களாக மாற்றி, அவை எளிதில் சைட்டோப்பிளாசத்தை அடைய இது வழிவகுக்கிறது. நியூக்ளியஸ் அதன் பணியைப் பொறுத்து, அளவில் மாற்றம் பெறுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, சுண்டெலியின் குருதியில் உள்ள இளம் சிவப்பு அணுச் செல்களில் உள்ள நியூக்ளியஸ் அதன் முதிர்ந்த செல் பருமனுடன் ஒப்பிடும்போது மிகவும் பெரிதாக உள்ளது. இந்த நியூக்ளியஸ் செயல் திறன் அற்றதாகவும் உள்ளது. ஆக்சிஜனுடன் கூடிய ஹீமோகுளோபின் முழுதும் உண்டாக்கப்பட்ட பிறகு, சிவப்புக் குருதிச் செல்களின் புரதச்சேர்க்கை நடைபெறுவதில்லை. புதிய ஆர்.என்.ஏ. நியூக்ளியல் உண்டாவதும் நிறுத்தப்பட்டுவிடுகிறது. கரையும் ஹிஸ்டோன் அல்லாத புரதங்களை இழந்தமையால் நியூக்ளியஸ் அதன் பருமனில் குறைந்து, சிறிதாகிறது. இப்போது அந்த நியூக்ளியசில் டி.என்.ஏ. ஹிஸ்டோன்கள் மட்டுமே காணப்படும். இத்தகைய உருவம் குறைக்கப்பட்ட, சுருங்கிய செயல்திறன் அற்ற நியூக்ளியஸ் மீன்கள், நீர்நில வாழ்பவை, ஊர்வன, பறவை ஆகியவற்றின் முதிர்ச்சியடைந்த குருதிச் சிவப்புச் செல்களில் காணப்படும். பாலூட்டிகளில் உள்ள சிவப்புக் குருதிச் செல்களின் வளர்நிலையின்போது செயல்திறனுடைய நியூக்ளியஸ் காணப்படுகிறது. இந்த நியூக்ளியஸ், ஹீமோகுளோபின் சேர்க்கைக்குரிய ஆர்.என்.ஏ-ஐ உண்டாக்கும் ஆற்றல் பெற்றுச் செயல் திறன் உடையதாக விளங்குகிறது. ஆனால் பாலூட்டிகளின் சிவப்புக் குருதிச் செயல்கள் முதிர்ச்சியடையும்போது, அவற்றில் நியூக்ளியஸ் இருப்பதில்லை. இதே போல் தாவரங்களின் தண்டுகளில் உள்ள சல்லடைக் குழாய்ச் செல்களின் இளம் நிலையில் நியூக்ளியஸ் இருந்து, பிறகு அந்தச் செல்கள் முதிரும்போது அவற்றில் நியூக்ளியஸ் இருப்பதில்லை.

நியூக்ளியோலஸ். அனைத்து வகைப் புரதங்களின் சேர்க்கைக்கும் ஆர்.என்.ஏ. தேவைப்படுகிறது. நியூக்ளியசின் வளர்சிதை மாற்றத்தின் பெரும்பகுதி, ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ. சேர்க்கைக்கு வழிகாட்டுகிறது. அமைப்பாளர்கள் (organisers) என்னும் டி.என்.ஏ-இன் சிறப்பான பகுதிகளில் ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ உண்டாக்கப்படுகிறது. ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ. உண்டாக்கப்பட்ட உடனே, அது பல சிக்கலான வரிசையான முறைகளின் மூலம் முதிர்ந்து, வேதி மாற்றம் பெற்று, அளவில் குறைந்து காணப்படுகிறது. பெரும்பாலான முதிரும் செயல்கள் நியூக்ளியோலசினுள் நடைபெறுகின்றன. நியூக்ளியோலஸ் என்பது அடர்த்தியான பொருள்கள் அடங்கிய கோள அல்லது ஒழுங்கற்ற வடிவில் ஆர்.என்.ஏ. புரதங்களுடன் நியூக்ளியசினுள் காணப்படும். ஒரு நியூக்ளியசில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நியூக்ளியோலஸ்கள் காணப்படலாம். டிஎன்.ஏ.-இல் எத்தனை அமைப்பாளர்கள் உள்ளனரோ, அந்த எண்ணிக்கையில் நியூக்ளியசில் உள்ள நியூக்ளியோலஸ்கள் காணப்படும். பல நியூக்ளியஸ்களில் இரண்டு அமைப்பாளர்கள் இருந்தால் இரு நியூக்ளியஸ்களே காணப்படும். இந்த நியூக்ளியோலஸ்கள் இணைந்து ஒரே நியூக்ளியோலஸ் ஆகவும் மாறலாம். உடும்பு, தவளை போன்ற விலங்குகளில் முட்டை உண்டாகும்போது, நியூக்ளியஸ் டி.என்.ஏ-இல் பல துணை அமைப்பாளர்கள் உண்டாக்கப்பட்டு, அதனால் ஆயிரத்திற்கு மேற்பட்ட நியூக்ளியோலஸ்கள் காணப்படுகின்றன. இந்தச் சிறப்பு அமைப்பில் பல கோடிக்கணக்கான ரிபோசோம்கள் விரைவாக உற்பத்தியாகி, அவை மிகப் பெரிய செல்களில் சேர்த்து வைக்கப்படுகின்றன. முட்டை கருவாக மாறும்போது,

இத்தகைய ரிபோசோம்கள் புரதச் சேர்க்கைக்குப் பயன்படுகின்றன.

ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ. சேர்க்கை நியூக்ளியோலசால்தான் நடைபெறுகிறது என்னும் உண்மையை 1964ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்க நாட்டு உயிர்வேதியியல் அறிஞரான டி.டி.பிரவுன் என்பாரும், இங்கிலாந்து நாட்டுக் கருவியல் அறிஞரான ஜே.கர்டான் என்பாரும் கண்டுபிடித்தனர். ஜே.கர்டான் என்பார் சீனோபஸ் என்னும் தவளை இனத்தில் முட்டையில் இருந்து வெளிவந்த உடனே தலைப்பிரட்டைகள் இறந்து போவதைக் கண்டார். இதற்குரிய காரணத்தை ஆராய்ந்தபோது, இத்தகைய தலைப்பிரட்டைகளின் நியூக்ளியஸ்களில் நியூக்ளியோலஸ்கள் இராமையால் அவற்றால் ரிபோசோம்களை உண்டாக்க இயலவில்லை என்பதும், புரதச் சேர்க்கைக்குத் தேவையான ரிபோசோம்கள் இராமையால் வளர்ச்சிக்குரிய புரதங்களும் இல்லை என்பதும், இவற்றாலேயே முட்டையிலிருந்து வெளிவந்த தலைப்பிரட்டைகள் வளர்ச்சியின்றி உடனே இறந்தன என்பதும் அறியப்பட்டன.

அமைப்பு. எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியால் பெரிதாக்கப்பட்ட நியூக்ளியசின் அமைப்பு தெளிவாக உள்ளது. பாலூட்டிகளின் நியூக்ளியஸ் அளவில் வேறுபடுகிறது. செயல் திறம் பெற்ற முதிர்ச்சி அடையும் ஊசைட்டுகளில் உள்ள நியூக்ளியஸ் 50 மைக்ரோமீட்டர் விட்டம் பெற்றுள்ளது. செய்தி அறிவிக்கும் நியூரான் நரம்புச் செல்களில் உள்ள நியூக்ளியஸ் 25மில்லி மைக்ரான் விட்டம் உடையது. சிவப்புக் குருதிச் செல்லில் உள்ள செயல் திறம் பெற்ற நியூக்ளியஸ் 3 மில்லிமைக்ரான் விட்ட அளவு பெற்றுள்ளது. உடும்பு முட்டைகளில் உள்ள நியூக்ளியஸ் 1000 மில்லிமைக்ரான் விட்டம் பெற்றுள்ளது. இத்தகைய நியூக்ளியசின் அடர்த்தியான மஞ்சள் பகுதியும், நிறமி நுண் மணிகளும் இராவிடில், அந்த நியூக்ளியசை இயல்பாகவே பார்க்க இயலும். பெரும்பாலான நியூக்ளியஸ்கள் கோளம் அல்லது உருண்டை வடிவாக இருந்த போதிலும், சில தாவரத் தண்டு கட்டைத் திசுச் செல்களில் உள்ள நியூக்ளியஸ்கள் நீளமானவை. சில கம்பளிப்புழுக்களின் பட்டுச் சுரப்பிகளில் உள்ள நியூக்ளியஸ்கள் சிறுத்தவை. செயல் திறனுடைய நியூக்ளியசில் ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ. உற்பத்தி செய்வதற்கான பெரிய நியூக்ளியசும், சிறிய அளவிலான குரோமேடின் எனப்படும் டி.என்.ஏ ஹிஸ்டோன் கூட்டுத் தொகுதி ஹிமடாக்சிலின், மெத்திலீன் நீலம் போன்ற காரச் சாயங்களை ஏற்றுக்கொண்டு தெளிவாகத் தெரிவதால் அவற்றைக் குரோமேடின் அல்லது சாயம் ஏற்பவை என்று பழைய செல்லியல் அறிஞர்கள் குறித்து வந்தனர். இத்தகைய கொத்தான குரோமேடின் நியூக்ளியசைச் சுற்றிலும், நியூக்ளியஸ் உறையின் மேலும் காணப்படும். நியூக்ளியசின் இந்தப் பகுதிகள் ஆர்.என்.ஏ. சேர்க்கையில் ஈடுபடாமல் செயல் திறம் அற்றவையாக உள்ளன.

குரோமேடின் கொத்துகளுக்கு இடையே உள்ள தெளிவான நியூக்ளியஸ் பகுதிகளில் நியூக்ளியஸ் சாறும், ஹிஸ்டோன் அல்லாத புரதங்களும் உள்ளன. இந்தப் பகுதியில் மாற்று, தூது ஆர்.என்.ஏ-க்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் மூலம் இந்தத் தெளிவான பகுதிகளை ஆராயும்போது, அந்தப் பகுதிகளில் எண்ணற்ற குரோமேடின் இழைகளும், அவற்றில் பல சிறிய ரிபோ நியூக்ளியோ புரதத் துகள்களும் காணப்பட்டன. சிறிய துகள்கள் அமைந்துள்ள இடங்களில் புதிதாகச் சேர்க்கையுற்ற தூது, ரிபோசோம் ஆர்.என்.-ஏக்கள் புரதத்துடன் இணைந்து, சைட்டோப்பிளாசத்தினுள் அனுப்பப்படுவதற்குரிய ஆயத்த நிலையில் உள்ளன என்று அறியப்பட்டது.

நியூக்ளியஸ் உறை குரோமேட்டினைச் செல்லின் ஏனைய பகுதியிலிருந்து பிரித்தாலும், அது நியூக்ளியஸ் சைட்டோப்பிளாசத்திற்கு இடையே ஏற்படும் பொருள் பரிமாற்றத்தை அனுமதிக்கிறது. நியூக்ளியஸ் உறை இரு சவ்வுகளால் ஆக்கப்பட்டது. உள் சவ்வின் மேல் குரோமேட்டின் காணப்படுகிறது. வெளிச்சவ்வின் மேல் ரிபோசோம், சைட்டோப்பிளாசத்தில் உள்ள அக வலையமைப்பின்மீது உள்ளவாறு அமைந்துள்ளது. ரிபோசோம் இணைந்துள்ள அக வலையமைப்பு, புரதச் சேர்க்கையில் ஈடுபடுகிறது. சில சமயங்களில் ரிபோசோம்கள் நியூக்ளியஸ் உறைக்கும், அகப் பிளாச வலையமைப்பிற்கும் இடையே இணைந்துள்ளன. இதனால் சில செல்லியல் அறிஞர்கள் சைட்டோப்பிளாசச் சவ்வுகள் நியூக்ளியஸ் உறையில் தயாரிக்கப்படுமெனக் கருதினர். ஆனால் இந்தக் கருத்திற்கு உரிய நிலைத்த சான்றுகள் கிடைக்கவில்லை. நியூக்ளியஸ் உறையில் பல சிறிய நுண்துளைகள் உள்ளன. அவற்றில் உள், வெளிச் சவ்வுகள் இணைந்துள்ளன. இந்த நுண்துளைகளின் மூலமாகப் பொருள் பரிமாற்றம் நடைபெறுகிறது என்பது உறுதி செய்யப்பட்டுள்ளது. ஆயின், இத்தகைய பரிமாற்றம் எவ்விதத்தில் நடைபெறுகிறது என்பது இதுவரை தெளிவாக அறியப்படவில்லை. குரோமேட்டின் கொத்துகள் நுண்துளைகளுக்கு இடையே

அமைந்துள்ளமையால், நுண்துளைகள் மறைக்கப்படாமல் பொருள் பரிமாற்றம் தடையின்றித் தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது. பூச்சிகளின் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிச் செல்களின் நியூக்ளியஸ்களில் ரிபோ நியூக்ளியோ புரதத்துகள்கள் நுண்துளைகளின் வழியாகச் செல்வதைக் காணலாம். நியூக்ளியஸ் உற்பத்தி செய்த ஆர்.என்.ஏ சைட்டோப்பிளாசத்திற்கு நுண்துளைகள் மூலமாகச் செல்லும் உண்மையை அமைப்பு, உயிரி வேதியியல் ஆய்வுகளிலிருந்து அறியலாம்.

ஆய்வு. நியூக்ளியசின் பல செயல்களைப் பற்றி முற்றிலும் அறிந்து கொண்டால் பல உயிரியல் புதிர்களை விடுவிக்க இயலும். எடுத்துக்காட்டாக, சில விலங்குகளின் அழிந்த திசுக்கள் விரைவில் மீட்சி பெறுவதன் காரணம் இதுவரை அறியப்படாமல் உள்ளது. உடும்பு, இழந்த கை கால்களை மீண்டும் பெறும்போது, எலியோ, மனிதரோ இழந்த உறுப்புகளைப் பெற இயலுவதில்லை. சில பெண் ஹார்மோன்கள் நியூக்ளியஸ் உள்ள ஆர்.என்.ஏ. சேர்க்கையை விரைவுபடுத்தி, அதிகளவிலான ஆர்.என்.ஏக்களை உண்டாக்கும். ஆனால், இத்தகைய ஹார்மோன்கள் எவ்வாறு டி.என்.ஏ-ஐப் பாதிக்கின்றன என்பது அறியப்படவில்லை. செல் பகுப்பிற்கு முன்னால் டி.என்.ஏ. சேர்க்கை நடைபெறும் விதம் பற்றிய குறிப்பிட்ட செயல்முறைகள் பற்றித் தெளிவான கருத்துகள் தேவைப்படுகின்றன.

இயல்பான செல்களில் இந்தச் செயல்முறைகள் பற்றிய தெளிவான உண்மைகளை அறிந்துகொண்டால், புற்றுநோய்ச் செல்களிலுள்ள நியூக்ளியஸ்களில் ஏற்படும் அளவிற்கு மேலான டி.என்.ஏ. சேர்க்கை பற்றியும், விரைவுச் செல்பகுப்புப் பற்றியும் அறிந்துகொள்ள இயலும். இத்தகைய அளவிற்கு மேலான டி.என்.ஏ. சேர்க்கை இயல்பான செல்களில் ஏற்படாவண்ணம் ஒரு கட்டுப்பாட்டுச் செயல்முறை உள்ளது. இத்தகைய கட்டுப்பாட்டுச் செயல்முறை புற்றுநோய்ச் செல்களில் இராமைக்குக் காரணம் விளங்கவில்லை. இவை போன்ற பல தீர்க்கமுடியாத, விளங்காத புதிர்களுக்கு விடை காணும்பொருட்டே நியூக்ளியஸ் பற்றிய ஆய்வுகள் தொடர்ந்து செய்யப்பட்டு, அத்தகைய ஆய்வுகள் தனி ஆய்வுப்புலமாகத் தற்போது விளங்குகின்றன.

- கே.ஆர். பாலசந்திரகணேசன்

- கோ. இலட்சுமணன்

நியூக்ளியான்கள்

அணுக்கருத் துகள்களான நியூட்ரான்களையும் (neutrons) புரோட்டான்களையும் (protons) நியூக்ளியான்கள் (nucleons) என்னும் பொதுப்பெயரால் குறிக்கலாம். அணுக்கருவிலுள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கையும் நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் இணைந்து நியூக்ளியான்களின் எண்ணிக்கையைக் கொடுக்கும். இந்நியூக்ளியான்கள் வலிமைமிக்க கவர்ச்சி விசையினால் ஒன்றோடொன்று அழுத்தமாய்ப் பிணைக்கப்பட்டு இருக்கின்றன.

அணுக்கரு அமைப்பில் நியூக்ளியானின் பங்கு. நியூக்ளியான்கள் ஏறத்தாழச் சம நிறையும் தற்சுழற்சிக் கோண உந்தமும் (spin angular momentum), கொண்டவை. புரோட்டான்கள் நேர்மின்னூட்டம் கொண்டவை; நியூட்ரான்கள் மின்னூட்டமற்றவை. எனவே, நியூக்ளியான்களை ஒரே தன்மை கொண்ட ஆனால் மாறுபட்ட மின்னூட்ட நிலைகளிலுள்ள துகள்கள் எனலாம். அணுக்கருவைச் சுற்றி எதிர் மின்னூட்டங் கொண்ட எலெக்ட்ரான்கள் குறிப்பிட்ட பாதைகளில் சுற்றுகின்றன. எலெக்ட்ரானின் நிறை மிகவும் குறைவாக உள்ளமையால் (9.11×10^{-31} கி.கி.) அணுவின் மொத்த நிறை ஏறத்தாழ நியூக்ளியான்களின் நிறைக்குச் சமமாக இருக்கும்.

புரோட்டான்-நியூட்ரான் கொள்கைப்படி, ஓர் அணுக்கருவில் Z புரோட்டான்களும் $N = (A-Z)$, நியூட்ரான்களும் இருக்கின்றன. இங்கு A என்பது நியூக்ளியான்களின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும். இதனை நிறை எண் எனலாம். ஹீலியம் அணுவை எடுத்துக் கொண்டால், அதன் கருவில் 2 நியூட்ரான்களும் 2 புரோட்டான்களும் இருக்கின்றன. கருவைச் சுற்றி இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் வலம் வருகின்றன. இக்கொள்கைப்படி கருவினுள் எலெக்ட்ரான்கள் இல்லை. ஆனால், ஒரு நியூட்ரான், புரோட்டானாக மாற்றம் பெறும்போது அது எலெக்ட்ரானை உமிழ்கிறது. அவ்வாறே புரோட்டான் நியூட்ரானாக மாற்றம் பெறும்போது எலெக்ட்ரானின் நிறையும் ஆனால் நேர்மின்னூட்டமும் கொண்ட பாசிட்ரான் (positron) தோன்றுகிறது. புரோட்டான்களும், நியூட்ரான்களும் ஒன்றையொன்று மாற்றிக் கொள்ளும் பண்பு கொண்டமையால் அவை அணுக்கருவின் இரண்டு மாற்று நிலைகளைக் குறிக்கும் நியூக்ளியான்கள் எனப் பெயர் பெற்றன. ஆகையால், புரோட்டானும், நியூட்ரானும் நியூக்ளியான் என்னும் தனித்துகளின் இரு மாறுபட்ட நிலைகள் எனவும் கொள்ளலாம்.

அணுக்கருவில் புரோட்டான்களும் நியூட்ரான்களும் பிணைந்து கிடப்பதால் இந்நிலைக்கு ஓர் உருவமும் பரிமாணமுமுண்டு. ஓர் அணுக்கருவின் பருமன் அதனுள் உள்ள நியூக்ளியான்களின் எண்ணிக்கைக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கிறது. நியூக்ளியான்கள், எலெக்ட்ரான்களைப் போலவே கோண உந்தம், காந்தத் திருப்புத்திறன் (magnetic moment) போன்ற பண்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. எனவே அவை எலெக்ட்ரான்களைப் போலவே வெவ்வேறு ஆற்றல் மட்டங்களைக் (energy levels) கொண்டுள்ளன. இவை அணுக்கருக் கவர்ச்சி விசைகளால் கட்டுண்டு ஒரு முப்பரிமாணச் சீரிசை அலையியற்றியால் (three dimensional harmonic oscillator) இயங்குகின்றன எனலாம்.

1924ஆம் ஆண்டு பவுலி என்பார், அணு நிறைமாலையில் தோன்றும் மீநுண் வரிகளுக்குக் (hyperfine structure) காரணம், அணுக்கருவிற்குத் தற்சுழற்சி உள்ளமையே என்றார். அணுக்கருவின் சுழற்சிக் கோண உந்தத்தை $P_I = I. h/2\pi$ என்னும் சமனால் குறிப்பிடலாம். இங்கு I என்பது அணுக்கருவின் சுழற்சிக் குவாண்டம் எண்ணைக் (spin quantum number) குறிக்கும். இதன் மதிப்பு 1 அல்லது ½ ஆகும். புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கையும் நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் இரட்டைப்படையாக இருந்தால் சுழற்சி எண் 1 எனவும், நியூக்ளியான்களின் மொத்த எண்ணிக்கை ஒற்றைப் படையாக இருந்தால் சுழற்சி எண் ½ எனவும் ஆய்வுகள் மெய்ப்பிக்கின்றன.

கருக்கள், நியூக்ளியான்களால் ஆனவை. ஆதலால், ஓர் அணுக்கருச் செயலீட்டில் பங்கு பெறும் மொத்த நியூக்ளியான்களின் எண்ணிக்கையில் மாற்றமிராது. இதனை நியூக்ளியான்களின் அழிவின்மை (conservation of nucleons) எனலாம். அணுக்கருவில் நேர்மின்னூட்டங் கொண்ட புரோட்டான்கள் உள்ளமையால் அணுக்கரு நேர்மின்னூட்டம் பெற்றுள்ளது. ரூதர்ஃபோர்டு என்பார் நேர்மின்னூட்டங் கொண்ட துகளை அணுக்கருவில் மோதச் செய்தபோது அது சிதறல் அடைவதைக் கண்டார். எனவே, அணுக்கரு நேர்மின்னூட்டங் கொண்டது என ஆய்வு மூலம் மெய்ப்பித்தார்.

ஓர் அணுக்கருவின் அருகே மற்றொரு நேர்மின்னூட்டங் கொண்ட துகள் வரும்போது இரண்டிற்குமிடையே ஒரு விலக்கு விசை உண்டாகிறது. அதற்குக் கூலும் விலக்கு விசை எனப் பெயர். இலேசான கருக்களில் உள்ள பல நியூக்ளியான்கள் பொதுவாகக் கருவின் மேற்பரப்பில் தங்கிவிடுகின்றன. எனவே, இவற்றிக்கும் உட்கருத் துகள்களுக்கும் இடையே உள்ள பிணைப்பு விசை குறைய, அதனால் பிணைப்பாற்றலும் (binding energy) குறைகிறது.

கனமான கருக்களில், புரோட்டான்கள் மிகுந்துள்ளமையால் அவற்றில் உண்டாகும் கூலும் விலக்கு விசை மிகுந்து, கருவின் சராசரி பிணைப்பாற்றலும் உயர்கிறது. இப்பிணைப்பாற்றல் அணுக்கருவிசைகளின் தன்மைகளை ஆராய உதவுகிறது.

அணுக்கரு மாதிரிப் படிவம் (nuclear models). அணுக்கருவிலுள்ள நியூக்ளியான்களுக்கிடையே செயல்படும் விசையைக் கொண்டு கருக்களின் தன்மைகளை அறியலாம். அணுக்களுக்கு மாதிரிப்படிவங்கள் அமைந்திருக்குமாறே கருக்களுக்கும் மாதிரிப்படிவங்கள் உள்ளன. ஆனால், ஒரு குறிப்பிட்ட மாதிரிப்படிவம் கருக்களின் அனைத்துப் பண்புகளையும் விளக்க முடியவில்லை. மாதிரிப்படிவங்களில் நீர்மத்துளி மாதிரிப்படிவமும் (liquid drop model), கூடு மாதிரிப்படிவமும் (shell model) குறிப்பிடத்தக்கவை. நீர்மத்துளி மாதிரிப்படிவத்தில் ஓர் அணுக்கருவை நீர்மத்துளி ஒன்றோடு ஒப்பிட்டுக் கருக்களின் தன்மைகள் ஆராயப்படுகின்றன. இவ்வமைப்பில் புரோட்டான்களும் நியூட்ரான்களும் கரு விசையினால் சேர்ந்து இயங்குகின்றன என நீல்ஸ்போர் கருதினார். கூடு மாதிரிப் படிவத்தின்படி, நியூக்ளியான்கள் அவற்றின் ஆற்றல், கோண உந்தம் ஆகியவற்றால் வெவ்வேறு கூடுகளில் இயங்குகின்றன எனக் கருதப்பட்டது. நியூக்ளியான்கள், இருவகையாக உள்ளமையால் புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்கள் ஆகியவற்றிற்குத் தனித்தனியாய்க் கூடுகள் உள்ளன எனக் கொள்ளலாம். இவ்வமைப்பு கருக்களின் நிலைப்பாடு நியூட்ரான் கவர்ச்சியின் முகப்பரப்பு (neutron capture cross section) போன்ற பல பண்புகளை விளக்குகிறது; ஆனால், அணுக்கருப் பிளவுச் (nuclear fission) செயலீட்டை அதனால் விளக்க முடியவில்லை. ஏனெனில் பிளவுச் செயலீட்டில் நியூக்ளியான்கள் ஒன்றாய்ச் செயல்படுகின்றன.

தற்போது நிறுவ''பட்டிருக்கும் மேற்கூறிய இரண்டு படிவங்களையும் ஒன்று சேர்க்கும் கூட்டு மாதிரியமைப்பு (collective model) நியூக்ளியான்களின் பண்புகளையும் செயலீடுகளையும் நன்றாய் விளக்குகிறது எனலாம். எனினும் எந்தக் கொள்கையும் நியூக்ளியான்களுக்கிடையே தோன்றும் விசைகளைப் பற்றித் தெளிவாக விளக்கவில்லை.

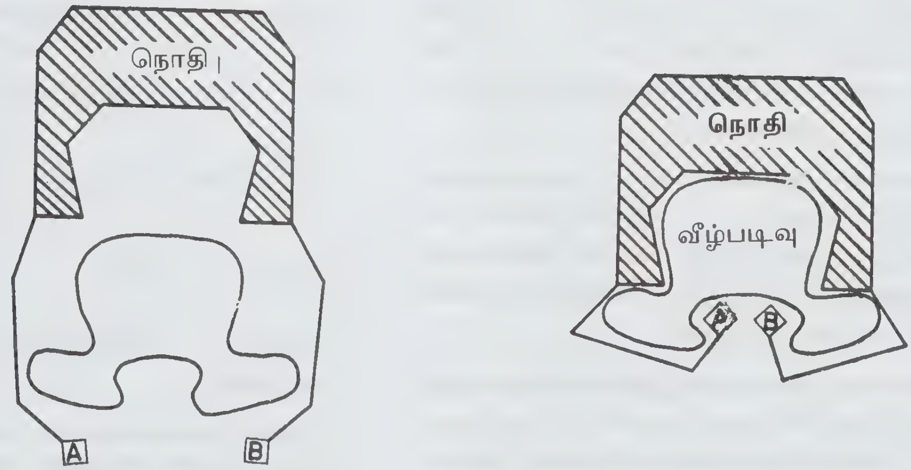
- மூ.நா. சீனிவாசன்

துணைநூல். Henry semat and John R. Albright, *Introduction to Atomic and Nuclear physics*, Chapman and Hall, London, 1972.

நியூக்ளியிக் அமிலம்

இது சர்க்கரை, பியூரின், பிரிமிடின், பாஸ்ஃபோரிக் அமிலம் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கிய நீள்சங்கிலி வடிவுடைய அமில மூலக்கூறு. உயிரினங்களில் மரபுவழித் தகவலைச் சேமித்து வைப்பதற்கும், மீண்டும் வெளியிடுவதற்கும் நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் இன்றியமையாதன. உடலில் புரதத்தைத் தொகுக்கும் பணியில் நியூக்ளியிக் அமிலங்களின் பங்கு முதன்மையானது. நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் அவற்றுள் இடம்பெறும் சர்க்கரைத் தொகுதிகளைப் பொறுத்து வகையிடப்படுகின்றன. ரிபோஸ் எனும் சர்க்கரையைக் கொண்ட நியூக்ளியிக் அமிலம் ரிபோநியூக்ளியிக் அமிலம் ஆர்.என்.ஏ என்றும், டிஆக்சி ரிபோஸ் எனும் சர்க்கரையைக் கொண்ட அமிலம் டிஆக்சி ரிபோநியூக்ளியிக் அமிலம் டி.என்.ஏ என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. நியூக்ளியிக் அமிலங்களில் இடம்பெறும் பியூரின், பிரிமிடின், அவற்றின் பெறுதிகள், D - ரிபோஸ், 2- டிஆக்சி -D- ரிபோஸ் ஆகியவற்றின் வடிவ அமைப்புகள் படம் 1இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

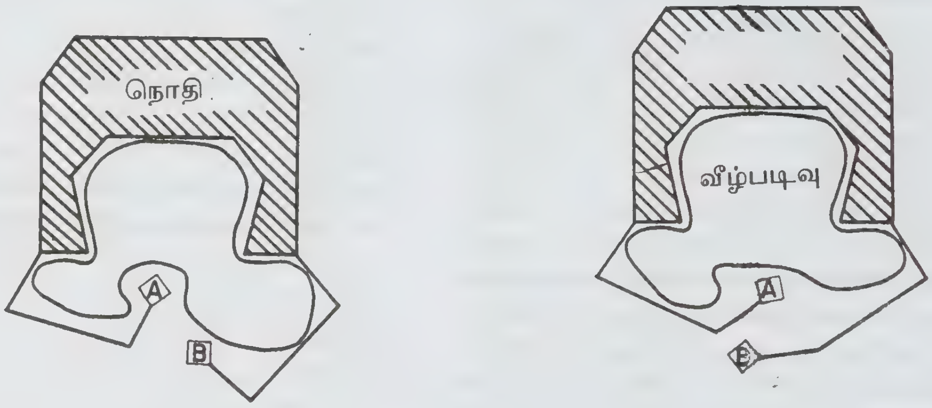
சிக்கலானவையாவும் இவ்வமில மூலக்கூறுகள் அமைந்துவிடுகின்றன. புகையிலைத் தேமல் நச்சுயிரியில் மூலக்கூறு எடை ஏறத்தாழ 2 லட்சமும், 33,000A° நீளமும் கொண்ட தொடர் சங்கிலியாக 6400 நியூக்ளியோடைடுகளைக் கொண்ட ஆர்.என்.ஏ-உம் ஈஸ்ட் செல்களில் 77 நியூக்ளியோடுகளை மட்டுமே கொண்ட அலனைன் மாற்ற ஆர்.என்.ஏ-உம் உள்ளன. வேதிப் பண்பில் மாறுபட்ட நியூக்ளியோடைடுகளின் எண்ணிக்கை மிகமிகக் குறைவேயாகும். பெரும்பாலான உயர் மூலக்கூறு எடை ஆர்.என்.ஏ-க்கள் நீர்த்த காரத்தினால் நீராற்பகுக்கப்படும் போது நான்கு முதன்மையான நியூக்ளியோடைடு வகைகளையே உண்டாக்குகின்றன. அடினைலிக், குவானைலிக், சைடிடைலிக் யூரிடைலிக் அமிலங்கள், இந்நியூக்ளியோடைடுகள் ஒவ்வொன்றிலும் உட்பிரிவுகள் உள்ளன. பியூரின் அல்லது பிரிமிடின் சார்புப்பொருள், 5 கார்பன் அணுக்கொண்ட சர்க்கரை ரிபோஸ் மற்றும் பாஸ்ஃபோரிக் அமிலம், பெரும்பான்மையான ஆர்.என்.ஏ-க்களில் பியூரின் பெறுதிகளாக அடினைனும், குவானைனும் உள்ளன.



படம் 1

ஆர்.என்.ஏக்கள் மாறுபட்ட உயிரியல் பணிகளைக் கொண்ட மூலக்கூறுகளின் சிக்கலான கலவையாகும். நியூக்ளியோடைடுகள் எனும் சிறிய தொகுதிகளை உயர் எண்ணிக்கையில் கொண்டுள்ளமையால் பெரியனவாகவும்

எனினும், புரதத் தொகுப்பு நிலைகளுக்கு அமினோ அமிலங்களை எடுத்துச் செல்லும் ஆர்.என்.ஏ-இல் ஹைப்போ சாந்தைன் அல்லது மெத்தில் தொகுதி இணைக்கப்பட்ட பியூரின்கள் ஆகியன



படம் 2

இடம்பெறுகின்றன. ஈஸ்ட்டின் அலனைன் மாற்ற ஆர்.என்.ஏ.-இல் மெத்தில் குவானைன், டை மெத்தில் குவானைன் மற்றும் 1-மெத்தில் ஹைப்போசான்தைன் ஆகியன உள்ளன. மெத்தில் அடினைன்களும் நுண்ணிய அளவில் இடம் பெறுகின்றன.

பிரிமிடின் வழிப்பொருள்களுள் ஆர்.என்.ஏ-வில் இடம்பெறுவனவற்றில் முதன்மையானவை சைட்டோசினும் புரோசிலுமாகும். அமினோ அமிலச்சுமை வகை ஆர்.என்.ஏ-க்குள் டைஹைட்ரோயூராசில், தைமீன் (Thimine) ஆகியனவும் இருக்கும்.

நியூக்ளியோடைடுகளில் இவ்வுட்பிரிவுகள் கீழ்க்காணும் வரிசையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன: நைட்ரஜன் கொண்ட காரம்-ரிபோஸ்-பாஸ்ஃபோரிக் அமிலம், பாஸ்ஃபோரிக் அமிலத்தை அகற்றினால் சர்க்கரைத் தொகுதியும் காரத்தொகுதியும் இணைந்திருக்கும் நியூக்ளியோசைடு எனும் உட்பிரிவு கிட்டும். நியூக்ளியோசைடுகளும், நியூக்ளியோட்டைடுகளும் அவற்றிலுள்ள காரப்பொருள்களின் அடிப்படையில் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. காரம் (அடிப்படை). நியூக்ளியோசைடு, நியூக்ளியோட்டைடு ஆகியவற்றின் அமைப்புகள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

காரம்	**நியூக்ளியோசைடு**	**நியூக்ளியோடைடு**
அடினைன்	அடினோனைன்	அடினைலிக் அமிலம்
குவானைன்	குவானோசைன்	குவானைலிக் அமிலம்
சைட்டோசின்	சைட்டிடின்	சைடிடைலிக் அமிலம்
யூராசில்	யூரிடீன்	யூரிடைலிக் அமிலம்
ஹைப்போ சான்தைன்	இனோசைன்	இனோசைனிக் அமிலம்

நியூக்ளியோடைடுகளை விவரிக்கையில் அவற்றின் சர்க்கரை மூலக்கூறின் எந்தக் கார்பனுடன் பாஸ்ஃபோரிக் அமிலத் தொகுதி இணைந்துள்ளது எனக் குறிப்பிடுதல் தேவை. செல்லின் நொதி அமைப்புகளின் தொகுப்பான நியூக்ளியோட்டைடுகளில் பாஸ்ஃபோரிக் அமிலம் 5ஆம் கார்பன் இருக்கையில் இணைந்துள்ளது. காரவகை நீராற்பகுப்பால் ஆர்.என்.ஏ-இலிருந்து பெறப்படும் நியூக்ளியோட்டைடுகளிலும், கணைய ரிபோநியூக்ளியேஸ் எனும் நீராற்பகுப்பை ஊக்குவிக்கும் நொதிகளால் நிலையிறக்கம் காணும் ஆர்.என்.ஏ. நியூக்ளியோட்டைடு - களிலும் பாஸ்ஃபேட் தொகுதி மூன்றாம் இருக்கையிலுள்ளது.

பாம்பின் நஞ்சிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் பாஸ்ஃபேட்டை எஸ்டரேஸ் எனும் நொதியால் ஆர்.என்.ஏ. நீராற்பகுக்கப்படும்போது நியூக்ளியோசைடு-5-பாஸ்ஃபேட்டுகள் முதன்மை விளைபொருளாகின்றன. இவ்வகை நிலையிறக்க ஆய்வுகளால் ஆர்.என்.ஏ-இலுள்ள பிணைப்புகளைப் பற்றி அறியலாம். ஒரு நியூக்ளியோடைடின் 3ஆம் இருக்கையும் மற்றொன்றின் 5ஆம் இருக்கையும் பாஸ்ஃபோரைல் தொகுதி வாயிலாக இணைக்கப்பட்டுள்ள (படம் 2) என்பது இந்த ஆய்வுகளிலிருந்து தெளிவாகிறது.

வெவ்வேறு ஆர்.என்.ஏ-க்களின் தனித்தன்மை, அந்த ஆர்.என்.ஏ-க்களிலுள்ள காரங்களின் வரிசை முறையைப் பொறுத்ததாகும். நான்கு நியூக்ளியோடைடுகளும் எளிய வகையில் மீண்டும் மீண்டும் இடம் பெறும் முறைமை தென்படுவதில்லை. மாறாக, சிக்கலான நிரலொழுங்கு (sequence) தோன்றுகிறது. இங்கு மூன்று நியூக்ளியோட்டைடுகளைக் கொண்ட தொகுப்புகள் அமினோ அமிலங்களுக்கான மும்மரபுக் குறியீடு (triplet genetic code)எனும் உயிரியல் செயன்மையின் அடிப்படையாகிறது. ஓர் ஆர்.என்.ஏ-இன் முழு முதல் நியூக்ளியோடைடு நிரலொழுங்கு அலனைன் மாற்ற ஆர்.என்.ஏ-இல்தான் மெய்ப்பிக்கப்பட்டது.

ஆர்.என்.ஏ. வடிவமைப்பில் மேலும் சில சிக்கல்கள் தோன்றக்கூடும். எடுத்துக்காட்டாக, பிரிமிடீன்களும், பியூரின்களும் வேறு வேதித் தொகுதிகளுடன் இணைந்திருக்கலாம். (ஐசோபென்டினைல், சல்ஃப்ஹைட்ரைல் தொகுதிகள்); சர்க்கரை மூலக்கூறுகள் அவற்றின் 2ஆம் இருக்கையில் மெதிலேற்றம் காணலாம். பாலிநியூக்ளியோட்டைடு சங்கிலிகளின் வெவ்வேறு பகுதிகள் மடிப்புற்றோ, இடையீடுற்றோ இருபுரி இழைகள் (double strands) ஆகலாம். ரிபோசோம்களில் உள்ள பெரிய ஆர்.என்.ஏ. மூலக்கூறுகளிலுள்ள நியூக்ளியோட்டைடுகள் ரிபோசின் 2ஆம் தொகுதியில் மெதிலேற்றம் பெற்றுள்ளன. இவ்வகைத் திருத்தங்கள் மூலக்கூறின் வடிவமைப்பைத் தீர்மானிப்பதில் பெரும்பங்கு கொள்கின்றன. ஆர்.என்.ஏ-க்களுக்கும் செல்லின் நொதிகளுக்கும் இடைப்பட்ட இடையீடுகளை ஒழுங்குபடுத்துவதற்கும் இவ்வகைத் திருத்தங்கள் உதவுகின்றன. நியூக்ளியோடைடு அமைப்பில் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றம் நிகழ்தல் போலி யூரிடைலிக் அமிலம் (pseudouridylic acid) எனும் மூலக்கூறில் தென்படுகிறது. பிரிமிடீனின் நைட்ரஜன் அணுவுடன் பிணைப்புறுவதற்குப் பதிலாக அவ்வளையத்தின் 5ஆம் கார்பனில் சர்க்கரை மூலக்கூறு பிணைப்புற்றுள்ளது. இத்திருத்தம் மாற்றவகை (t) ஆர்.என்.ஏ-களில் பரவலாகத் தோன்றுகிறது.

ஆர்.என்.ஏ-இன் செயல்திறனுக்கு முதன்மையான மற்றத் திருத்தங்களில் சில, தூது ஆர்.என்.ஏ-இன் (messenger RNA) இரு முனைகளிலும் உள்ளன. இவை செல்லில் குறிப்பிட்ட புரதங்களைத் தொகுக்கவல்லன. அடினைலிக் அமிலத்தாலான ஒரு நீள்புரி பாலிநியூக்ளியோட்டைடு சங்கிலியின் 3ஆம் இருக்கையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. 200 மூலக்கூறுகள் நீளம் கொண்ட இந்நிரலொழுங்கு பல தூது ஆர்.என்.ஏ-களில் இடம் பெற்றிருப்பினும் ஹிஸ்டோன் புரதங்களுக்கு வடிவமைப்புக் குறியீடும் தூது ஆர்.என்.ஏ-களில் இவ்வரிசைமுறை இல்லை.

தூது ஆர்.என்.ஏ-களுள் பலவகை 5-இறுதிக் கட்டமைப்புகளைக் கொண்டுள்ளன. மூடிகள் (caps) எனப்படும் இவற்றில் 7-மெத்தில் குவானைலிக் அமிலம் அதன் 5ஆம் இருக்கையில் பைரோபாஸ்ஃபேட் பிணைப்பு மூலம் அடுத்த நியூக்ளியோட்டைடுக்கு (N^6-மெத்தில் அடினோசைனுக்கு) இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

திசுப்பகுதி, நுண்ணுயிரி, நச்சுயிரி ஆகியவற்றை ஃபீனால் அல்லது சலவைப் பொருள்களைக் கொண்டோ, புரதப் பிளப்பு நொதிகளைக் கொண்டோ சத்து இறக்கி ஆர்.என்.ஏ-களைத் தயாரிக்கலாம். இவ்வழிமுறைகளில் ஆர்.என்.ஏ-உடன் தொடர்புள்ள புரதங்கள் நிலையிறக்கமும் தன்மையிழப்பும் அடைகின்றன. நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் கரைசலில் தங்கிவிடுவதால் ஆர்.என்.ஏ பிரிப்பு எளிதாகிறது. காரத் தன்மையும் உயர்வெப்பநிலைகளும் தவிர்க்கப்பட வேண்டும். இறக்கப்பட்ட செறிவுச் சத்தில் ஆர்.என்.ஏ-ஐ விரைவாக நிலையிறக்கம் செய்யக்கூடிய ரிபோ நியூக்ளியேஸ்கள் எனும் நொதிகளின் பாதிப்பைக் குறைப்பதற்கு மிகுந்த கவனத்துடன் செயல்படவேண்டும். உப்புகளால், வேறுபட்ட வீழ்படிவாக்கல் (differential precipitation), பரப்புக் கவர்ச்சிப் பகுப்பு, ஒன்றிலொன்று கரையாத இரு கரைப்பான்களிடையே எதிரோட்டப் பங்கீடு, அடர்த்திச் சரிவுகளில் மையவிலக்குவிசை செலுத்தி ஆர்.என்.ஏ-களை அவற்றின் அளவு, வடிவம் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் பிரித்தல், கூழ்வகையில் மின்முனைக் கவர்ச்சிப் பகுப்பு ஆகிய உத்திகளால் தூய்மையாக்கப்படும் ரிபோநியூக்ளியிக் அமிலங்களை தன்மை வகையீடு செய்வதற்கு வேதிமுறைகள் உள்ளன. ரிபோஸ் உள்ளடக்கம், நைட்ரஜன், பாஸ்ஃபரஸ் பகுப்பு ஆகியன இவற்றுள் முதன்மையானவை. தனித்த ஆர்.என்.ஏ-இல் 15 -16%நைட்ரஜனும், 8.5-9% பாஸ்ஃபரசும் உள்ளன. நியூக்ளியிக் அமிலங்களின் இயற்பியல் தன்மைகளுள் புறஊதாக்கதிர் உறிஞ்சல்

(குறிப்பாக 260nm அலைநீள ஒளி உறிஞ்சுதல்) நியூக்ளியிக் அமிலச் செறிவை அளவிடப் பயன்படுகிறது. பியூரின், பிரிமிடீன் காரங்களில் ஒவ்வொன்றும் புறஊதா ஒளியில் தனிச்சிறப்பு உறிஞ்சல் நிரலை அளிக்கிறது. பல்வேறு நியூக்ளியோட்டைடுகளைக் கண்டறிதலுக்கும் அளவறிதலுக்கும் ஒளி உறிஞ்சல் நிரலை அளிக்கிறது. பல்வேறு நியூக்ளியோட்டைடுகளைக் கண்டறிதலுக்கும் அளவறிதலுக்கும் ஒளி உறிஞ்சல் நிரல் பயன்படுகிறது. ஒளி உறிஞ்சலில் தோன்றும் சிறு மாற்றங்களையும் பாலிநியூக்ளியோடு சங்கிலியில் வேறுபட்ட காரங்களுக்கிடைப்பட்ட இடையீட்டு மாற்றம் பற்றிய கூர்ந்தாய்வுக்குப் பயன்படுத்தலாம். இருவேறு பாலிநியூக்ளியோட்டைடு சங்கிலிகள் ஒன்றையொன்று தீண்டுவதால் கட்டின்மைக் குறைதல் ஒளி உறிஞ்சல் நிரலில் பதிவாகிறது.

விலங்கினச் செல்களின் ஆர்.என்.ஏ பெரும்பாலும் ரிபோசோம்களில் இடம்பெறும் (ரிபோசோம்கள் புரதத் தொகுப்பில் இடைநின்று இணைப்பவை). ஒவ்வொரு ரிபோசோமிலும் இரண்டு உட்பிரிவுகள் உள்ளன. ஒன்று சிறிதும், மற்றொன்று பெரிதுமான இவை நுண்மையவிலக்கல் அடிப்படையில் முறையே 60S மற்றும் 40S துகள்களாக வகையிடப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் முறையே 28S மற்றும் 18S மூலக்கூறுகள் உள்ளன. நுண்ணுயிர்ச் செல்கள், மைட்டோகாண்ட்ரியா, பசுங்கணிகங்கள் (chloroplasts) ஆகியவற்றின் ரிபோசோம் வகை ஆர்.என்.ஏ-கள் வேறுபட்ட படிவித்தல் தன்மைகளைப் பெற்றுள்ளன. எஸ்செரிசியாக்கோலை என்னும் நுண்ணுயிரியின் ரிபோசோம்களில் 3200 நியூக்ளியோட்டைடு கொண்ட 23 ஆர்.என்.ஏ பெரிய உட்பிரிவிலும், 1600 நியூக்ளியோட்டைடு கொண்ட 16 ஆர்.என்.ஏ சிறு உட்பிரிவிலும் உள்ளன. அமினோ அமில மாற்றத் தொடர்பான சிறிய ஆர்.என்.ஏ-கள் அனைத்துச் செல்களிலும் ஓரளவுக்கு இடம்பெறுகின்றன. காட்டாக, ஈஸ்ட்டின் அலனைன் மாற்ற ஆர்.என்.ஏ-ஐக் கூறலாம். ஒவ்வொரு ஆர்.என்.ஏ-க்கும் சிறப்பான நியூக்ளியோட்டைடு நிரலொழுங்குகள் உள்ளன. புரதச்சங்கிலிகளில் அமினோ அமிலங்களின் சரியான வரிசைக்கு இந்நிரலொழுங்கு வகை செய்கிறது. அனைத்துச் செல்களும் தத்தம் வகைக்கொப்பப் புரதங்களைத் தயாரிக்கவல்ல தூது ஆர்.என்.ஏ- களை உருவாக்கும். அமினோ அமிலத்தின் நீளத்தை அலகாகக் கொண்டு அளக்கப்படும் ஒரு புரதச் சங்கிலியைவிட நியூக்ளியோட்டைடின் நீளத்தை அலகாகக் கொண்டு அளக்கப்படும் செய்தியின் நீளம் ஏறக்குறைய மூன்று மடங்காகும். இது மூன்று நியூக்ளியோட்டைடுகள் ஓர் அமினோ அமிலத்தைக் குறிப்பிடும் மும்மைக் குறியீட்டின் (triplet code) விளைவேயாகும்.

பல நச்சுயிரிகளின் மரபியல் தகவல் ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறின் நியூக்ளியோட்டைடு நிரலொழுங்கில் குறியிடப்பட்டுள்ளது. இந்த ஆர்.என்.ஏ தொற்றவல்லது. அதன் நகல் ஆக்கல் முறையையும் (replication) இதற்குத் தேவைப்படும் நொதிகளையும், மேலுறையாகத் தேவைப்படும் புரதங்களையும் இந்த ஆர்.என்.ஏ தானே தயாரிக்கிறது. நச்சுயிரி ஆர்.என்.ஏ-க்கள் பலவற்றிலும் 7- மெத்தில் குவானைலிக் அமில-பைரோ பாஸ்ஃபேட் மூடி இடம்பெறுவதைக் காணலாம்.

பியூரின்கள் பிரிமிடின்களுடன் இடையீட்டில் ஈடுபடுவது, நியூக்ளியிக் அமிலங்களின் உயிரியல் செய்கைகளுக்கு அடிப்படையாகிறது. டின்.என்.ஏ வடிவமைப்பைக் கூர்ந்தாய்ந்தால் குறிப்பிட்ட சில காரங்களுக்கிடையே மட்டும் இடையீடுகள் நிகழ்கின்றன என்பது தெரிய வரும். குவானைன் சைட்டோசைனுடனும், அடினைன் தைமீனுடனும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு மூலம் பிணைப்புறுதலைக் காணலாம். ஆர்.என்.ஏ-களில் தைமீனுக்குப் பதிலாக யூராசில் இடம்பெறும். பாலிநியூக்ளியோட்டைடு சங்கிலிகளுக்கிடையேயான இடையீடுகளின் வலிமை உருவாகும் கார இரட்டைகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தது. முழுமையாக நிரப்புவகை (complementary) மூலக்கூறுகளில் ஒரு மூலக்கூறின் அனைத்துக் காரப் பகுதிகளும் மற்றொரு மூலக்கூறின் ஒத்த காரப் பகுதிகளுடன் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆர்.என்.ஏ-இலுள்ள குறிப்பிட்ட நியூக்ளியோடைடு நிரலொழுங்குகள் அவ்வரிசைகளுக்கு ஒத்திசைவான ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறுகளால் கண்டுகொள்ளப்படுவதால் பல்வேறு ஆர்.என்.ஏ-களைத் தொகுப்பதற்குப் பொறுப்பேற்கும் ஜீன்களை (genes) வரையறுத்தல் எளிதாகிறது. இவ்வகை இனக்கலப்பு உத்திகள் கதிர்வீச்சுத் தன்மை கொண்ட ஆர்.என்.ஏ-களைக் கொண்டு நிகழ்த்தப்படுகின்றன. குரோமோசோமில் கதிர்வீச்சு வகை ஆர்.என்.ஏ-இன் இருக்கையை அறிவதற்குத் தன் கதிர்வீச்சியல் பயன்படுகிறது. இதன் வாயிலாக ஒரே வகை ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறுகளை வேறுபட்ட ஆர்.என்.ஏ. மூலக்கூறுகளிலிருந்தும் இனம் காண முடிகிறது. ஒரே வகை ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறுகள் டி.என்.ஏ-வின் ஒரே நியூக்ளியோடைடு நிரலொழுங்குடன் இணைவதற்குப் போட்டியிடுகின்றன. டி.என்.ஏ-ஆர்.என்.ஏ கலப்பின் அமைப்புகள் சவ்வூடு படிக்கட்டல், பரப்புக் கவர்ச்சிப் பகுப்பு

மைய விலகல் ஆகிய உத்திகளால் பிரிக்கப் படுகின்றன. இதனால் வெவ்வேறு ஆர்.என்.ஏ-க்கள் வெவ்வேறு நியூக்ளியோடைடு நிரலொழுங்குகளில் அமைந்துள்ளன என்று தெரியவந்துள்ளது. உடலின் பல்வேறு வகைச் செல்களில் தூது ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை வேறுபடும் என்றும் உட்கரு உருவாகும்போதும் வளரும்போதும் இவ்வெண்ணிக்கை மாறுதலடையும் என்றும் இந்த ஆய்வுகளிலிருந்து தெளிவாகிறது.

இனக்கலப்பாக்கால் தொழில்நுட்பத்தில் ஒரு முதன்மையான முன்னேற்றம் காணப்பட்டுள்ளது. இங்கு டிரான்ஸ்கிரிப்டேஸ் (transcriptase) எனும் நொதியைக் கொண்டு ஆர்.என்.ஏ இழை புரியில் டி.என்.ஏ இன் நியூக்ளியோட்டைடு நிரலொழுங்கின்படி எடுக்கப்படுகிறது. ஆர்.என்.ஏ பாலிமெரேசஸ் எனும் நொதியின் உதவியால் ஆர்.என்.ஏகளின் தொகுப்பை டி.என்.ஏ உதவு தட்டுகளால் (templates) இயக்கலாம். குறிப்பிட்ட ஒத்திசைவான கார இரட்டை சேர்த்தல் வாயிலாக இழைபுரியிலுள்ள பியூரின்களும் பிரிமிடின்களும் வளரும் ஆர்.என்.ஏ சங்கிலியில் நியூக்ளியோட்டைடு நிரலொழுங்குகளில் பொதிந்துள்ள மரபியில் செய்திகள் பல்வேறு அளவுகளையும், அமைப்புகளையும், செயன்மைகளையும் கொண்ட ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறுகளுக்கு மாற்றப்படும் (நகலாக்கப்படும்). உயர் உயிரினங்களில் ஆர்.என்.ஏ தொகுப்பை ஊக்குவிக்கும் நொதிகள் சிறப்புப் பணிகளைக் கொண்ட வேறுபட்ட வடிவங்களில் உள்ளன. ஆர்.என்.ஏ பாலிமரேஸ்களில் மூவகை உள்ளன. முதல்வகை ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ ஐத் தொகுக்கிறது. இரண்டாம் வகைக் குரோமடினில் ஆர்.என்.ஏ முன்னோடி மூலக்கூறுகளைத் தொகுக்கிறது. மூன்றாம் வகை ஆர்.என்.ஏகளையும் சிறு ஆர்.என்.ஏகளையும் தொகுக்கிறது. இப்பாலிமேரேசுகளை வேறுபடுத்திக் காண்பதற்கு அவற்றின் செயல்தடுப்பான் ஏற்புத் தன்மைகளைக் (susceptibility to inhibitors) கண்டறிதல் பயனாகிறது. செயல் தடுப்பான்களுள் ஒன்றான α-அமனிடின் எனும் காளான் நச்சு இரண்டாம்வகை ஆர்.என்.ஏ பாலிமரேஸ்களை மட்டும் செயலிழக்கச் செய்கிறது. ஆர்.என்.ஏ பாலிமரேஸ் வகைகளைப் பரப்புக் கவர்ச்சிப் பகுப்பு உத்திகளைக் கொண்டு பிரிக்கலாம். ஆர்.என்.ஏ பாலிமரேசிலுள்ள புரத உட்பிரிவுகளில் சிக்மா காரணி நகலாக்கும் முறையின் தனித்தன்மையைத் தீர்மானிக்கிறது. பாக்டீரியா தொடர்புள்ள இந்நொதியின் செயல்திறன், ரிஃபம்பிசின் எனும் உயிரெதிரியால் தடுக்கப்படுகிறது.

இதே போன்ற ஆர்.என்.ஏ பாலிமரேஸ் இயங்கு முறைகளே நச்சுயிரி ஆர்.என்.ஏ தொகுப்பிலும் பயனாகின்றன. சில தருணங்களில் நச்சுயிரியின் நியூக்ளியோட்டைடுகளுள் ஒன்றிரண்டில் மாறுபாடுகள் தோன்றக்கூடும். இதன் விளைவாக நச்சுயிரியின் மீது படிந்துள்ள புரதங்களின் அமினோ அமில இயைபுகளில் மாற்றம் தோன்றும். பிரித்தெடுக்கப்பட்ட நச்சுயிரிகளின் காரங்களை வேதிமுறையில் திருத்தி, இந்த ஆக்கிரமிப்பு ஆர்.என்.ஏ-களைச் செல்களில் புகுத்தி நச்சுயிரியின் அடுத்த தலைமுறையில் மாற்றப்பட்ட புரதங்களின் தன்மையைக் கண்டறிந்து, ஆர்.என்.ஏ சங்கிலியின் நியூக்ளியோட்டைடு நிரலொழுங்கு புரதச் சங்கிலியின் அமினோ அமில நிரலொழுங்கைத் தீர்மானிக்கிறது என நிறுவியுள்ளனர்.

புரதத் தொகுப்பு நிகழ்த்தக்கூடிய செல்கள் யாவற்றிலும் ரிபோ ஆர்.என்.ஏக்கள் மிகுந்துள்ளன என்றாலும், தூது ஆர்.என்.ஏக்கள் அமினோ அமில மாற்ற ஆர்.என்.ஏக்கள், பல்லின உயர் மூலக்கூறு எடை ஆர்.என்.ஏக்கள், செல்சோறு ஆர்.என்.ஏக்கள் என்பனவும் குறிப்பிடத்தக்கவையே. செல்களுள் காணப்படும் வேறுபாடுகளுக்குப் பெரும்பாலும் தூது ஆர்.என்.ஏ-களின் எண்ணிக்கை வேறுபாடுகளே வித்திடுகின்றன.

ஆர்.என்.ஏ-களின் முதன்மையான உயிரியல் பணி புரதத்தொகுப்பை இயக்குதலேயாகும். பலமெய்யங்கள் (polysomes) எனப்படும் செல் உள்ளமைப்புகளில்தான் பெரும்பாலும் புரதத் தொகுப்பு நிகழ்கிறது. ரிபோசோம்களுடன் தூது ஆர்.என்.ஏ-கள் இணைந்த நிலைகளே பல மெய்யங்களாகும். ஒவ்வோர் அமினோ அமிலத்திற்கும் ஏற்ற மாற்ற ஆர்.என்.ஏ அவ்வமினோ அமிலத்தை ரிபோசோம் தூது ஆர்.என்.ஏ-கள் அணைவுக்கு எடுத்துச் செல்கிறது. கார இரட்டை சேர்த்தல் மூலம் ஆர்.என்.ஏ-இன் நியூக்ளியோட்டைடு மூவிணை (triplet) ஆர்.என்.ஏ-கள் அவற்றையொத்த மூவிணையுடன் இடையீடு செய்யும். இதனால் ரிபோசோமில் அமினோ அமிலம் சரியான இருக்கையை அடைகிறது. புரதத் தொகுப்பில் நேரடிப் பங்கு பெறாத பலவகை ஆர்.என்.ஏ-கள் உள்ளன. உயர் மூலக்கூறு எடை கொண்ட சில ஆர்.என்.ஏ-கள் எளிதில் உருவாகி சிதைவுறும். ஒவ்வோர் அமினோ அமிலத்தின் தொகுப்புக்கும் ஒரு மூவிணையுண்டு. மொத்தம் நால்வகைக் காரங்கள் உண்டென்பதால், 4X4X4=64 மூவிணையச் சேர்க்கைகள் உருவாகலாம். 20 அமினோ அமிலங்கள் உள்ளமையால் ஒவ்வோர் அமினோ அமிலத்திற்கும் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில் மூவிணைகள்

(குறியீட்டுத் துகள்கள்-codons) உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, ஃபீனைல் அலனைனின் கோடான்கள் UUU, UUC ஆகியனவாகும். இவ்வெழுத்துக்கள் காரங்களின் பெயர்களின் முதலெழுத்துகளாகும்.

மற்றவகைச் செல்லுற்ற ஆர்.என்.ஏ-கள் சவ்வு வகை அமைப்புகளுடன் இணைந்துள்ளன. சில செல் உட்பிரிவுகளான சிற்றுறுப்புகள் (organelles) இடம்பெற்றுள்ளன. கட்டுப்படுத்துதல், முறைப்படுத்துதல் ஆகியனவும் ஆர்.என்.ஏக்களின் பணிகளாகும். பல்வேறு அமினோ அமில மாற்ற ஆர்.என்.ஏ-களின் விகிதங்களில் நிகழும் மாற்றங்கள் வெவ்வேறு புரத மூலக்கூறுகளின் அமினோ அமில ஒருங்கிணைதலை நிலைப்படுத்துகின்றன. சில உட்கரு ஆர்.என்.ஏ-களும் இவ்வாற்றலைப் பெற்றுள்ளன. இவற்றுள் சில டி.என்.ஏ தொகுப்புக்கு முன்னோடியாக உள்ளன. ஆர்.என்.ஏ ஆராய்ச்சிகளில் ஒரு துறை கற்றறிதல், ஹார்மோன்களால் தூண்டப்படும் இயங்குமுறை வேறுபாடுகள் செய்தித் தேக்கம் (memory storage) ஆகியன மூளையில் வளர்சிதை மாற்றத்தால் எவ்வாறு திருத்தத்திற்குள்ளாகின்றன என்பதை ஆராயும்.

டி.என்.ஏ. அமைப்பு. ஆர்.என்.ஏக்களைப் போன்று டி.என்.ஏக்களும் சங்கிலியையொத்த பல்லுறுப்பி மூலக்கூறுகள். இவை நியூக்ளியோட்டைடு தொகுதிகளாலானவை. டிஎன்.ஏ மூலக்கூறுகள் அளவிலும், சிக்கலிலும் ஆர்.என்.ஏ-களைவிடப் பெரியவை. ஆர்.என்.ஏ-இன் மூலக்கூறு எடை 30,000- க்கு மேற்படாது. ஆர்.என்.ஏ-இன் மூலக்கூறு எடையோ 2 மில்லியன் வரை இருக்கக்கூடும்.

வேதிநோக்கில் பலவகைகளிலும் டி.என்.ஏ-கள் ஆர்.என்.ஏ-களினின்றும் மாறுபடுகின்றன. இவற்றுள் முதன்மையான வேறுபாடு சர்க்கரை உறுப்புகளைப் பொறுத்தது. ஆர்.என்.ஏ-இல் உள்ள சர்க்கரை ரிபோஸ் ஆகும். டி.என்.ஏ-இல் உள்ள சர்க்கரை ஆக்சி ரிபோஸ் ஆகும்.

OHC-CHOH-CHOC-CHOH-CH_2OH = ரிபோஸ்

OHC-CH_2-CHOH-CHOH-CH_2OH = டி. ஆக்சிரிபோஸ்

மற்றொரு பெரிய வேறுபாடு பிரிமிடின் காரப் பொருள்களின் தன்மைகளைப் பொறுத்தது. மிகச் சிறிதளவு விதிவிலக்குகளுடன் பெரும்பாலான டிஎன்.ஏ-களில் யூராசில் இருப்பதில்லை. அதன் தொடர்புடைய தைமீன் மட்டுமே உள்ளது. பெரும்பாலான டிஎன்.ஏ-களின் சைட்டோசின் இரண்டாம் பிரிமிடின் காரமாகும். சில பாக்டீரியாக் கொல்லிகளில் 5-மெத்தில் சைட்டோசினும் ஹைட்ராக்சி மெத்தில் சைட்டோசினும் உள்ளன. சில பயிரின டிஎன்.ஏ-களில் (எடுத்துக்காட்டாக, கோதுமை முளை டி.என்.ஏ-இல்) 5-மெத்தில் சைட்டோசின் உள்ளது. பியூரின் வகைக் காரங்கள் அடினைனும், குவானைனும் டி.என்.ஏ-இல் தவறாமல் இடம் பெறுவனவாகும். இக்காரங்களின் மெத்திலேற்ற சார்ப்புப் பொருள்கள் பலவும் சில நச்சுயிரி டி.என்.ஏ-களில் உள்ளன. மெத்திலேற்ற அளவு இனத்திற்கு இனம் வேறுபடும்.

கட்டுக்குலையாத டி.என்.ஏ மூலக்கூறில் ஆக்சி நியூக்ளியோட்டைடுகள் அவற்றின் பாஸ்ஃபேட் தொகுதிகளின் மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு நியூக்ளியோட்டைடின் 3-ஆம் இருக்கையையும், அண்டை நியூக்ளியோட்டைடின் 5-ஆம் தொகுதியையும் இணைப்பது இப்பாஸ்ஃபேட் பாலமாகும். பாலிநியூக்ளியோடைடில் பல்வேறு பியூரின்கள் பிரிமிடின்களின் நிரலொழுங்கு சிக்கலானது. இச்சிக்கலின் தன்மை டி.என்.ஏ இடம்பெறும் உயிரினத்தில் மரபுச் சைகையைத் தீர்மானிக்கிறது. தண்டின் விந்துச் செல்களில் அடினைன், தைமைனை மட்டும் உள்ளடக்கிய பல்லுறுப்பியாக டி.என்.ஏ நியூக்ளியோடைடுகள் அமைந்துள்ளன.

ஆர்.என்.ஏ-களைப் போலல்லாமல் டி.என்.ஏ-கள் காரத்தினால் எளிதில் நிலையிறக்கம் காண்பதில்லை. பாஸ்ஃபேட் பிணைப்புகளை உண்டாக்கவல்ல ஆக்சிரிபோ நியூக்ளியேஸ்கள், பாஸ்ஃபோடை எஸ்ட்ரேஸ்கள் ஆகிய நொதிகள் நிலையிறக்கத்தை நிறைவேற்றுகின்றன. டி.என்.ஏ-ஐ வலிமிக்க அமிலங்களுடன் வினைப்படுத்திப் பியூரின், பிரிமிடின் காரங்களைத் தனித்துப் பிரிக்கலாம். இக்காரங்களைக் கண்டறிவதற்கும் செறிவைக் கணக்கிடுவதற்கும் உறிஞ்சல் நிரல்கள் பயனாகின்றன.

இனத்திற்கும் இனம் டிஎன்.ஏ-இன் தன்மை மாறுபடும். ஆனால், ஒரே உயிரியின் பல்வேறு திசுக்களிலும் ஒரேவகை டிஎன்.ஏ-தான் காணப்படும். அனைத்து டிஎன்.ஏ-களிலும் பியூரின் நியூக்ளியோட்டைடுகளுக்கும், பிரிமிடின் நியூக்ளியோட்டைடுகளுக்கும் 1:1 நேர்நிலைச் சார்பு உள்ளது. பல டி.என்.ஏ-களில் குவானைன், சிஸ்டைன் மோலார் விகிதமும், அடினைன், தைமன் மோலர் விகிதமும் 1 என உள்ளன.

$$A=T;\ G=C;\ A+G=T+C;\ \therefore\ A+C=G+T$$

டி.என்.ஏ இழைகளின் மீது X-கதிர் ஆய்வுகளை நிகழ்த்தி மாரிஸ் வில்சன் என்பார் அறிந்த முடிவுகளையும் மேலே குறிப்பிட்ட உண்மைகளையும்

அடிப்படையாகக் கொண்டு 1953-இல் ஜேம்ஸ் வாட்சனும் ஃப்ரான்சிஸ் கிரிக்கும் கீழ்க்காணும் கருத்துப் படிமத்தை உருவாக்கினர். டிஎன்.ஏ மூலக்கூறு திருகு சுருள் (helix) அமைப்புக் கொண்டது. ஆக்சிரிபோஸ்=சங்கிலி திருகு சுருளின் சங்கிலிப் பகுதியாகவும், காரங்கள் சங்கிலியின் அச்சை நோக்கி உட்புறமாகத் துருத்திக் கொண்டும் இருக்கும். இரு சங்கிலிகள் அமைப்பில் ஒரு சங்கிலியிலுள்ள காரப்பொருள் மற்றொன்றிலுள்ள அதன் ஒத்திசைவுள்ள காரப்பொருளுடன் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். A-T இரட்டை இரு ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளாலும், G-C இரட்டை மூன்று ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளாலும், இணைக்கப்பட்டு உள்ளன. இடநெருக்கடியும், ஹைட்ரஜன் பிணைப்பின் வடிவமைப்பும் ஒரு சங்கிலியின் பியூரின் வகைக் காரம் மற்றொன்றின் பிரிமிடின் வகைக் காரத்துடன் இணைய வேண்டிய தேவையை உருவாக்குகின்றன. இவ்வடிவ அமைப்பில் சுருளின் நீளவாக்கில் குறுகிய காடிகளும், அகன்ற காடிகளும் அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு இழைபுரியும் அதிலுள்ள பாஸ்ஃபோ டை எஸ்டர் பிணைப்புகளின் திசையைப் பொறுத்து முனைவு பெற்றிருக்கின்றன.

வாட்சன்-கிரிக் படிமத்தில் இரு டி.என்.ஏ புரிகளும் ஒன்றுக்கொன்று எதிரான முனைவுகளைக் கொண்டுள்ளன. அவற்றின் 5-ஆம் இருக்கைகள் நேர் எதிர் முனைகளில் உள்ளன. திருகு சுருள் ஒவ்வொரு 34 இடைவெளியிலும் ஒரு சுழலை (tum) முடிக்கிறது. காரங்களுக்கிடையே 3.4A° இடைவெளியுள்ளது. பாஸ்ஃபரஸ் அணுக்கள் இடைத்தொலைவில் உள்ளன. மைட்டோகாண்டிரியா டி.என்.ஏ-கள், சில பாக்டீரியா டி.என்.ஏ-கள், பல நச்சுயிரி டிஎன்.ஏ-கள் ஆகியன வட்ட வடிவம் கொண்டவை. பாக்டீரியாக் கொல்லிகள் $2X10^{-16}$ கிராமும், கோலை என்னும் பாக்டீரியாவில் $1X10^{-14}$ கிராமும், எலியின் கல்லீரல் செல்களில் $6.5X10^{-12}$ கிராமும் டிஎன்.ஏ உள்ளது. டிஎன்.ஏ-இன் படிகத் தன்மை அதன் நீர் அடக்கத்தைப் பொறுத்தது.

அடர் உப்புக் கரைசல்களில் கரைத்துப் பிரித்தல் உத்தி வாயிலாக டி.என்.ஏ புரதத்திலிருந்து பிரித்து எடுக்கப்படுகிறது. சோப்பு, ஃபீனால் ஆகியனவும் இவ்வகையில் பயனாகின்றன. புரோட்டியேஸ் எனும் நொதியும் டிஎன்.ஏ உடன் இணைந்துள்ள புரதத்தை நிலையிறக்கம் செய்யவல்லது. பின்பு, டி.என்.ஏ எத்தலினால் வீழ்படிவாக்கப்பட்டுப் பரப்புக் கவர்ச்சிப் பகுப்பு முறையில் தூய்மையாக்கப்படுகிறது. டிஎன்.ஏ இன் இருபுரியைப் பிரித்து ஒற்றைப் புரியாக (single strand) மாற்றும் வழிமுறை நெறிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

உயிரியல் வழி டி.என்.ஏ. தொகுப்பு. டி.என்.ஏ இன் முன்னோடிகள் டி ஆக்சி நியூக்ளியோட்டைடுகளாகும். நியூக்ளியோட்டைடுகளைப் பாஸ்ஃபரஸ் ஏற்றம் செய்யும் நொதிகள் கினேஸ்கள் (kinases) எனப்படுவன. இவ்வாறு பெறப்படும் நால்வகை நியூக்ளியோட்டைடுகளே டி.என்.ஏ தொகுப்புக்கு அடிப்படை நகலாக்கமுறை இயற்கையின் விந்தைகளுள் ஒன்றாகும். இது சிறு தவறுமின்றித் துல்லியமாக நிகழ்ந்தாலும் புறஊதாக் கதிர் வீச்சினாலோ, எக்ஸ் கதிர்களினாலோ சில வேதிப்பொருள்களின் தாக்கத்தினாலோ பியூரின், பிரிமிடின் காரங்களின் தன்மைகள் மாறிவிடுகின்றன. இதனைப் பண்பியக்கி மாறுபாடு (gene mutation) என்பர். இம்மாற்றங்களே விரிபரிணாமத்திற்கு (divergent evolution) அடிகோலுகின்றன. வேறுபட்ட செல்வகைகளில் குரோமோசோம்களுக்கிடையேயும் ஒரே குரோமோசோமில் வெவ்வேறு பகுதிகளுக்கிடையேயும் டி.என்.ஏ நகலாக்கலில் வேறுபாடுகள் தென்படுகின்றன.

உயிர்ப்பொருளினால் தொகுக்கப்படும் புரதங்களின் தன்மையையும் எண்ணிக்கையையும் குறிப்பிடும் சைகையை டி.என்.ஏ-இன் நியூக்ளியோட்டைடு நிரலொழுங்குகள் அறுதியிடுகின்றன. விந்துச் செல்களில் டி.என்.ஏ. உயர்செறிவும், செல் உட்கருவில் அதன் இருக்கையும், குரோமோசோம்களில் டி.என்.ஏ-இன் தோற்றமும், டி.என்.ஏ-இன் மரபியல் பணியைத் தெளிவாக்குகின்றன. புரதங்களில் மரபியல் வழி அமினோ அமில நிரலொழுங்கு பீடில், டாட்டம் என்போர் நடத்திய ஆய்வுகளின் முடிவுகளால் மெய்ப்பிக்கப்பட்டது. அரிவாள் செல் சோகை நோயால் பாதிக்கப்பட்டோரின் உடலில் ஒரு பண்பியக்கி மாறுபாட்டின் குறியீடாகக் குருதிச் சிவப்பணுக்களின் ஹீமோகுளோபினில் வாலின் குளூட்டமிக் அமிலத்தால் பதிலீடாகிறது. டிஎன்.ஏ-இன் நியூக்ளியோட்டைடு நிரலொழுங்கும் புரதத்தின் அமினோ அமில வரிசையும் இணையாகவுள்ளன. இக்கோடமைவே (collinearity) டிஎன்.ஏ நகலெடுப்பின் அடிப்படையாகும். டிஎன்.ஏ புரிகளுள் ஒன்றில் இடம்பெறும் மரபியல் செய்தி தூது டிஎன்.ஏ மூலக்கூறின் நகலாகிறது. இந்த தூது டிஎன்.ஏ ரிபோசோம்களில் அமினோ அமிலங்களின் கூட்டமைப்பை இயக்குகிறது. டிஎன்.ஏ-ஐப் பிணைக்கும் புரதங்கள் உதவு தகட்டின் மீது ஆர்.என்.ஏ சங்கிலிகள் வளருவதையும் முடிவதையும் நிகழ்த்துகின்றன. டி.என்.ஏ மீது ஆர்.என்.ஏ தொகுப்பை மருந்துகளாலும் தடுக்க முடியும். ஆர்.என்.ஏ தொகுப்பைத் தடுக்கவல்ல பொருள்களுள் ஆக்டினோமைசின் -D- எனும் உயிரெதிரி செயல்திறன்மிக்கது.

நல்ல நிலையிலுள்ள எந்தவொரு டி.என்.ஏ வகைச் செல்லிலும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை ஒரு மாறிலியாகும். இவ்வெண்ணிக்கை உண்ணாநோன்பாலோ, மனக் கவலையாலோ மாறுபடுவதில்லை. ஈரடுக்க (diploid) உட்கருவில் அரையடுக்க உட்கருவிலுள்ளத்தைப் போன்று இரு மடங்கு டி.என்.ஏ-கள் உள்ளன. பாலூட்டிகளின் பலவடுக்கு (polyploid) உட்கரு ஒவ்வொன்றிலும் $6X10^{-9}$மி.கி. எடைக்கு டிஎன்.ஏ உள்ளது. பறவைகளிலும் மீன்களிலும் சற்றுக் குறைவான அளவில் டி.என்.ஏ உள்ளது.

சார்ஜாஃப் என்பாரின் ஆய்வுகளிலிருந்து டிஎன்.ஏ மரபியல் செய்தி சுமக்கும் பொருள் என்பது தெளிவாயிற்று. பரப்புக் கவர்ச்சிப் பகுப்பு வகை ஆய்வுகளின் வாயிலாகச் சார்ஜாஃப் கீழ்க்காணும் முடிவுகளை நிறுவினார். அவை: டிஎன்.ஏ-இன் கார இயைபு இனத்திற்கு இனம் வேறுபடும்; ஒரே இனத்தில் பல்வேறு திசுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட மாதிரிகளில் கார இயைபு ஒரே மாதிரியாக இருக்கும்; ஒரு குறிப்பிட்ட இனத்தின் டிஎன்.ஏ கார இயைபு வயதினாலோ, ஊட்டச்சத்து மாறுபாடுகளினாலோ சுற்றுப்புறச் சூழலினாலோ பாதிக்கப்படுவதில்லை; A=T; G=C எனும் நெறி அனைத்து டி.என்.ஏ-களிலும் காணப்படுகிறது; ஒன்றுக்கொன்று நெருங்கிய ஒற்றுமைகளைக் கொண்ட இருவேறு இனங்களின் டி.என்.ஏ-களின் கார இயைபுகள் வேறுபடுகின்றன என்பனவாகும்.

டி.என்.ஏ-களின் இயல்பு நீக்கம் (denaturation). ஆர்.என்.ஏ-ஐப் போன்றே டிஎன்.ஏஉம் புற ஊதாக் கதிர்களால் பாதிப்புறுகிறது. டிஎன்.ஏ கரைசலை ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு மேல் சூடேற்றினால், அது கணிசமாகப் புற ஊதாக்கதிர்களை உறிஞ்சுகிறது. ஒழுங்கான திருகுசுருள் அமைப்பு குலைந்து, கரைசலின் பாகுதன்மை குறைகிறது. இதற்கு டி.என்.ஏ-இன் வெப்பவழி நிலைக்குலைவு எனப்பெயர். இது நிகழும் வெப்பநிலை டி.என்.ஏ மூலக்கூறின் கார இயைபைப் பொறுத்தது. குவினைன், சைட்டோசின் ஆகிய காரங்களைக் கூடுதலாகப் பெற்றுள்ள மூலக்கூறுகள், அடினைன் தைமீன் ஆகிய காரங்களைக் கூடுதலாகக் கொண்ட மூலக்கூறுகள் ஆகியன நிலைத்தன்மை மிக்கவை. குவானைனையும் சைட்டோசினையும் கூடுதலாகக் கொண்ட டிஎன்.ஏ-இன் அடர்த்தியும் கூடுதலாக இருக்கும். இயல்பு நீக்கம் டிஎன்.ஏ-இன் அடர்த்தியைக் கூடுதலாக்குகிறது. ϕ x174 எனக் குறிப்பிடப்படும் நச்சுயிரியில் டிஎன்.ஏ ஒற்றைப் புரிபெற்றுள்ளது. இது தன்மையிழப்புக்கு உள்ளாவதில்லை. டிஎன்.ஏ கரைக்கப்பட்ட அடர் உப்புக் கரைசலை மைய விலக்கலுக்குட்படுத்தி டிஎன்.ஏ-இன் அடர்த்தியைக் கணக்கிடுவதற்கு வழிமுறை உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நியூக்ளியோ புரதங்கள்

இவை நியூக்ளியிக் அமிலங்களைக் கட்டுறுப்புத் தொகுதிகளாகக் (prosthetic groups) கொண்ட இணைப்புப் புரதங்கள். புரதத் தொகுப்பிலும் இனப்பெருக்கத்திலும் இன்றியமை யாதனவாக விளங்கும் இப்பொருள்கள் உயிர்ச் செல்கள், வைரஸ் ஆகியவற்றில் உள்ளன. குரோமோசோம்கள், பாக்டீரியா உண்ணிகள் ஆகியவற்றில் இவை மிகுந்து காணப்படும்.

எந்த நியூக்ளியிக் அமிலத்துடன் இணைந்துள்ளது என்பதைப் பொறுத்து இவ்வகைப் புரதங்கள் வகையீடு செய்யப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, டிஆக்சிரிபோநியூக்ளியோ புரதம் என்பது டி.என்.ஏ இணைந்தது. ரிபோநியூக்ளியோ புரதம் என்பது ஆர்.என்.ஏ உடன் இணைந்தது. டி.என்.ஏ புரதங்கள் பல வைரஸ் வகைகளிலும் அனைத்து உயிரினங்களின் மரபுப்பொருள்களிலும் இடம்பெற்றுள்ளன. பாரம்பரிய இயல்புகளை விளக்கும் வேதி அடிப்படை இப்புரதங்களேயாகும். இப்புரதங்களில் நொதி வினையும் வடிவமைப்பும் மரபுவழிச் செய்தியை உயிரினங்கள் சந்ததிக்கு அளிக்கும் செயலுக்கு வித்திடுவன. புரதங்களின் தொகுப்புச் செயல்முறையில் ஆர்.என்.ஏ புரதங்கள் பயனாகின்றன. இச்சிக்கலான பணியில் தூது ஆர்.என்.ஏ (messenger RNA) அமினோ அமில மாற்றம் செய் ஆர்.என்.ஏ (amino acid transfer RNA), ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ ஆகியன ஈடுபடுகின்றன. இவை ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு வகைப் புரதத்துடன் இணைந்து பல மெய்யங்கள் (polysomes) எனும் அணைவுகளை உருவாக்குகின்றன. இவற்றின் மீதுதான் புதிய புரதங்கள் கட்டமைக்கப்படுகின்றன.

நியூக்ளியோ புரதங்களின் புரதப் பகுதி இயல்பாகவே காரத்தன்மை கொண்டது. இரைப்பைச் செரிமானத்தாலோ, வலிமை குறைந்த அமில வழி நீராற் பகுப்பினாலோ நியூக்ளியோ புரதங்கள் புரதங்களாகவும், நியூக்ளியீனாகவும் சிதைவுறுகின்றன. கணையச் செரிமாணம் (pancreatic digestion) அல்லது வலிமை குறைந்த கார வழி நீராற்பகுப்பில் நியூக்ளியின் நீராற்பகுக்கப்பட்டு மேலும் புரதத்தையும் நியூக்ளியின் அமிலத்தையும் கொடுக்கும்.

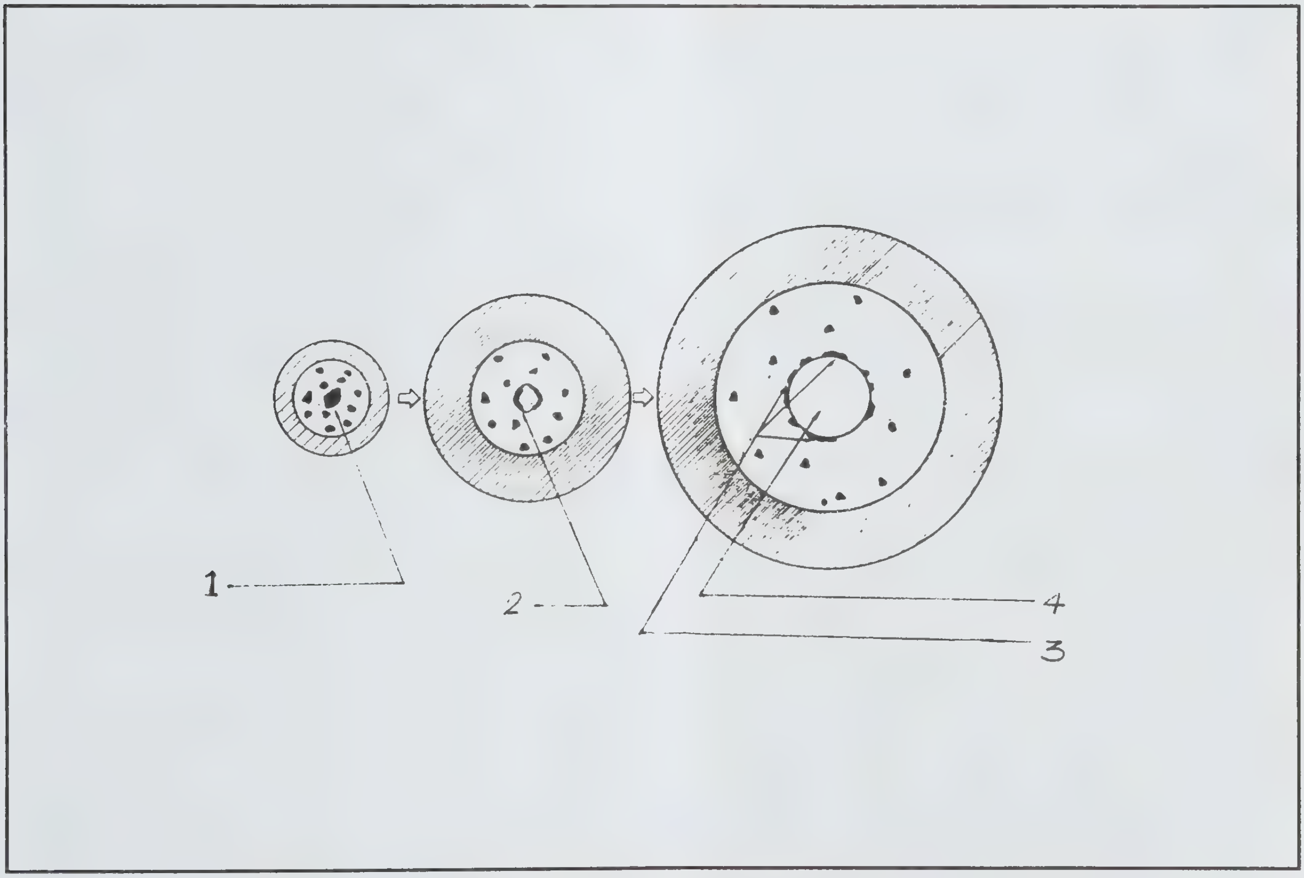
நியூக்ளியோ புரதங்களின் புரதப் பகுதி புரோட்டமின் அல்லது ஹிஸ்டோன் கொண்டிருக்கிறது. ஹிஸ்டோன் நீரிலும், நீர்த்த அமிலங்களிலும் கரையும்; நீர்த்த அம்மோனியா கரைசலில் கரையாது; சூடேற்றினால் திரிந்துவிடும். ஹிஸ்டிடீன், ஆர்ஜினின் ஆகிய அமினோ அமிலங்களைப் பெரிய அளவிலும், சிஸ்டின், மெத்தியோனைன் ஆகியவற்றை மிகச் சிறிதளவிலும் கொண்டது. இதில் டிரிப்டோஃபேன் இடம் பெறாது. பெப்சின், டிரிப்சின் ஆகிய நொதிகள் இப்புரதங்களில் நீராற்பகுப்புக்கு வினையூக்கிகளாகும்.

புரோட்டமைன்கள் ஹிஸ்டோன்களைவிடக் காரத்தன்மை கூடுதலாக அமையப்பெற்றவை. இவற்றின் வடிவமைப்பு சற்றே எளிதானது. இவை நீரிலும், நீர்த்த அமிலத்திலும், நீர்த்த அம்மோனியா கரைசலிலும் கரைவன. சூடேற்றினால் வீழ்படியாக்கூடியவை. இவற்றின் அமினோ அமில அடக்கத்தில் பெரும்பங்கு அர்ஜினைனாகும். இவற்றுள் கந்தகம் இல்லை. டிரிப்சின், பபரின் ஆகிய நொதிகளால் நீராற் பகுக்கப்பட்டாலும், பெப்சினால் நீராற் பகுக்கப்படுவதில்லை.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நியூக்ளியோலஸ்

உயிரியின் அடிப்படை அலகான செல்லின் மையத்தினின்று உருண்டையான, பெரிய, உட்கருவின் மையத்தினின்று ஒதுங்கியிருக்கிற, அமிலத்தன்மை மிகுந்த இறுக்கமான துகளே நியூக்ளியோலஸ் ஆகும்.



நியூக்ளியோலசின் வளர்நிலை

1. குரோமோசோம் மையம்
2. நியூக்ளியோலஸ், குரோமேட்டின் இணைவு
3. நியூக்ளியோலஸ் குரோமோட்டினும் ஒருங்கே அமைதல்
4. நியூக்ளியப் பொருள்களின் ஒருங்கிணைவு

கி.பி. 1781-இலேயே ஃபான்டனா என்பார் இதைக் குறித்து விவரித்துள்ளார். என்றாலும், 1840-இல் பௌமன் என்பாரே இதற்கு நியூக்ளியோலஸ் என்று பெயரிட்டார். இதற்குப் பின்னரே நியூக்ளியோலஸ் பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் முனைப்பாக நடைபெற்றன.

நியூக்ளியோலஸ்களைப் பிளாஸ்மோசோம், கேரியோசோம் எனப் பகுத்துள்ளனர். பிளாஸ்மாசோம் அமிலத்தன்மை உடைய சாயத்தை ஏற்கும். செல்லின் மறைமுகப் பகுப்பின்போது மறைந்துவிடும். கேரியோசோம் காரத்தன்மை உள்ள சாயத்தை ஏற்கும். குரோமேடின் பொருள்களைப் பெற்றிருக்கும். இது போலி நியூக்ளியோலஸ் என்று குறிக்கப்பெறும். அண்மைக்கால ஆராய்ச்சிகளின் முடிவாக, பிளாஸ்மாசோமே உண்மையான நியூக்ளியோலஸ் என மெய்ப்பிக்கப் பட்டுள்ளது.

படிமலர்ச்சியின்படி நியூக்ளியோலஸ் பிற்காலத்தில் தான் தோன்றியிருக்க வேண்டும். ஏனெனில் கீழ்நிலை உயிரினங்களான ஈஸ்ட், பாக்டீரியா போன்றவற்றில் நியூக்ளியோலஸ் இல்லை. இதேபோல, சில ஆல்கா, சிறப்பு மாற்றமடையாத கருச்செல், பாலூட்டிகளின் விந்துச் செல், ரெட்டிகுலோசைட் ஆகியவற்றிலும் நியூக்ளியோலஸ் இல்லை. ஆனால் புரத உற்பத்திமிக்க செல்களில் நியூக்ளியோலஸ் உள்ளமையும், புரத உற்பத்தியற்ற அல்லது குறைவான செல்களில் அது இராமையும் குறிப்பிடத்தக்கவை.

ஒரு செல்லின் உட்கருவினுள் ஒன்று அல்லது பல நியூக்ளியோலஸ்கள் இருக்கலாம். பெரும்பாலான நரம்புச் செல்திரள்களில் ஒற்றை நியூக்ளியோலஸ் காணப்படும். பல கல்லீரல் செல்கள், சில லிம்போசைட்டுகள் ஆகியவற்றில் இரண்டு நியூக்ளியோலஸ்களும், பல்பெருக்க உட்கருவும், பல நியூக்ளியோலஸ்களும் அமைந்திருக்கும்.

நியூக்ளியோலஸ், நுண் அமைப்பைத் தெளிவாக அறியமுடியாத வண்ணம் இறுக்கமாகவும், சுற்றியுள்ள நியூக்ளியோப்பிளாசத்தைவிட எலெக்ட்ரான் அடர்த்தி மிக்கதாகவும் உள்ளது. அடர்த்தி வேறுபடும் பகுதிகளை மட்டுமே ஓரளவிற்கு அறிய முடிகிறது. 1951-இல் எஸ்டபிள், சோடெலா ஆகியோர் வெள்ளி உள்ளேற்றல் முறையைப் பயன்படுத்தி, நியூக்ளியோலசின் அமைப்பை ஆராய்ந்தனர். இவர்களின் முடிவின்படி, சுருண்ட இழைகளைக் கொண்ட நியூக்ளியோலோனிமா என்னும் பகுதி, பார்ஸ் அமார்ஃபா எனும் உருவமற்ற பகுதியைப் போன்ற ஒரே வகை நீர்மம் ஆகியவை உள்ளமையை அறிந்தார். 1961-இல் கோசாலெஸ், ராமிரெஸ் ஆகியோரும், 1962-இல் இசார்டு, பெர்னார்டு ஆகியோரும் நியூக்ளியோலோனிமாவை ஆராய்ந்து அது தொடர் நாரிழைகளினால் உருவாக்கப்பட்டதன்று; பஞ்சைப் போன்ற வலைப்பின்னலைக் கொண்ட அமைப்பு என்றனர். இவ்வாராய்ச்சிகளின் தொடர்ச்சியாக டே பெர்னார்டு, கிரான்போலன் புஷ், ஸ்டெமினா ஆகியோர் இதன் நுண்ணமைப்பை விரிவாக விளக்கினர். இவர்கள் கூற்றின்படி, நியூக்ளியோலஸ் பார்ஸ் ஃபைப்ரோசா, பார்ஸ் கிரானுலோசா, பார்ஸ் அமார்ஃபா, பார்ஸ் குரோமோசோமா என நான்கு பகுதிகளைக் கொண்டது.

பார்ஸ் ஃபைப்ரோசாப் பகுதி நார்வலைப் பின்னல் போன்றோ, நாரும் துகள்களும் இணைந்த பகுதியாகவோ அமைந்திருக்கும். இப்பகுதியிலிருக்கிற நார்கள் 5.0nm விட்டத்தையும், 15-20nm நீளத்தையும் உடையன. இப்பகுதி நியூக்ளியோலோனிமா என்றும் குறிக்கப்படும். இது ரிபோநியூக்ளியோ புரதத்தை மிகுதியாகப் பெற்றிருக்கும். பார்ஸ் பிரானுலோசாப் பகுதி 15-20nm அளவுள்ள எலெக்ட்ரான் அடர்த்திமிக்க துகள்களால் ஆனது. இப்பகுதி நியூக்ளியோலசின் விளிம்புப் பகுதியில் அமைந்திருக்கும். நியூக்ளியோலசின் உட்புறம் செல்லும் குரோமோசோம் இழைகளுடன் இவை இணைந்திருக்கும். இத்துகள்களின் உள்ளே புரதம் நிரம்பியுள்ளது. அடுத்த பகுதியான பார்ஸ் அமார்ஃபாப் பகுதி அடர்த்தி வேறுபாடு கொண்டது. சில உட்கருக்களில் இப்பகுதி மிக அதிகமாகவும், சிலவற்றில் இல்லாமலும் இருக்கும். இவை குறைந்த எலெக்ட்ரான் அடர்த்தி கொண்டவையாகும். பார்ஸ் குரோமோசோமாப் பகுதி, நியூக்ளியோலசைச் சுற்றி அமைந்துள்ளது. இதிலிருந்து பல நீட்சிகள் நியூக்ளியோப் பிளாசத்துக்குள் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். சில நியூக்ளியோலஸ்களில் குரோமைட்டின்கள் பார்ஸ் கிரானுலோசாவுடன் நெருக்கமாக அமைந்திருக்கும். வேறு சிலவற்றில் இவையிரண்டும் சிறிய இடைவெளியினால் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். இவற்றில் டி-ஆக்சிரிபோ நியூக்ளிக் அமிலம் (டி.என்.ஏ)மிகுந்திருக்கும்.

உயிருள்ள செல்களின் நியூக்ளியோலசில், அதன் உலர் எடையில் 40-85% திண்மப் பொருள்களிருக்கும். ஆனால் சாதாரண ஒளி நுண்ணோக்கியில் சிற்சில நேரங்களில் சிறிய செல்களோ குமிழ்களோ தென்பட்டாலும், ஒரே மாதிரியான அமைப்பினை முழுப் பரப்பிலும் பெற்றிருக்கும். நியூக்ளியோலஸ், நியூக்ளியோ பிளாசத்தைவிடக் கனமானது. 92% நடுநிலை அல்லது அமிலப்புரதத்தினாலும், 3-18% டிஎன்.ஏ.வினாலும் 3-13% ரிபோநியூக்ளிக் அமிலத்தினாலும் உருவாக்கப்பட்டு உள்ளது. மேலும் என்.ஏ.டி., என்.ஏ.டி.சிந்தடேஸ். நியூக்ளியோடைடு பாஸ்பாரிலேஸ் போன்ற

நொதிப்பொருள்களும், நியூக்ளியோலசில் அடங்கியுள்ளன. கொழுப்புப் பொருள்களும் சிறிதளவு உள்ளன. மொத்தத்தில் நியூக்ளியோலஸ், டி.என்.ஏ, டி.என்.ஏ/ஆர்.என்.ஏ. கலப்பு, ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ மூலக்கூறுகள், ஆர்.என்.ஏ புரதம், கொழுப்பு, கொழுப்புப் புரதக் கலவை போன்ற வேதிப்பொருள்களின் கூட்டுக் கலவையாகும்.

ரிபோநியூக்ளியோ புரதத் துகள்கள், நாரிழைகள் ஆகியவற்றின் விரவலை அடிப்படையாகக் கொண்டு, நியூக்ளியோலஸ்களை மூவகையாகப் பிரிக்கலாம். முதலாம் வகையில் நியூக்ளியோலோனிமா மிகுந்திருக்கும். பெரும்பாலான செல்களில் இவ்வகையே காணப்படும். சியார்டு வண்டின் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி, டெட்ராஹைமினா பைரிஃபார்மிஸ் எனும் ஒரு செல் உயிரி ஆகியவற்றில் இரண்டாம் வகை காணப்படுகிறது. இவ்வகை நியூக்ளியோலசில் நியூக்ளியோலோனிமா இல்லை. ரிபோநியூக்ளியோ புரதத் துகள்களும், நாரிழைகளும் ஒரே சீராகப் பரவிக் கிடக்கும். இவ்வகை நியூக்ளியோலஸ்கள் மிகவும் இறுக்கமானவையாகும். மூன்றாம் வகை நியூக்ளியோலஸ், வளையம் போன்று இருக்கும். ரிபோநியூக்ளியோ புரதங்களும், நாரிழைகளும் விளிம்புப் பகுதியில் மட்டுமே அமைந்திருக்கும். இவ்வகை நியூக்ளியோலசின் மையப் பகுதியில் குரோமேட்டின் மிகுந்திருக்கும். அகச் செல்கள், வரியற்ற தசைச் செல்கள், லிம்போ-சார்கோமா செல்கள் ஆகியவற்றில் இவ்வகையே காணப்படுகிறது.

நியூக்ளியோலசின் பணிகள் குறித்துப் பல மாறுபட்ட கருத்துகள் நிலவினாலும் பெரும்பாலானோர் ஏற்றுள்ளவாறு, அது ஆர்.என்.ஏ. உற்பத்தியில் தீவிர பங்கு கொள்கிறது. ஒரு செல்லில் உற்பத்தியாகிற மொத்த ஆர்.என்.ஏ. அளவில் 70-90% இதனாலேயே உற்பத்தி செய்யப் படுகிறது. பெரும்பாலும் ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ ஆகவே இருக்கிறது. இதன் தயாரிப்பில் நியூக்ளியோலசின் அனைத்துப் பகுதிகளும் பங்கேற்கின்றன. நியூக்ளியோலசின் குரோமேட்டிடுகள் ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ.விற்கான குறிப்புகளைக் கொண்ட ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏவின் உற்பத்தித் தொடங்கி, துகள்கள் நிறைந்த அடுத்த பகுதியில் நிறைவுறுகிறது. இவற்றின் முடிவில் கிடைக்கும் உற்பத்திப் பொருளைப் பார்க்கையில் இவை முழு ரிபோசோமை உற்பத்தி செய்வதில்லை. ரிபோசோமிற்குத் தேவையான மூலப்பொருள்களை உற்பத்தி செய்கின்றன என்பது தெளிவு. மேலும், தூது ஆர்.என்.ஏ மற்றும் சில குறைந்த மூலக்கூறு உடை கொண்ட ஆர்.என்.ஏக்களையும் இவை உற்பத்தி செய்கின்றன.

மாகியோ என்பாரின் ஆராய்ச்சியின்படி நியூக்ளியோலஸ் புரதத்தையும் தயாரிக்கிறது. ஆனால், இம்முடிவு இன்னும் கருத்து மாறுபாடு கொண்டதாகவே இருக்கிறது. நியூக்ளியோலஸ், செல் பிரிதலுக்கு முக்கியப் பங்காற்றுகிறது என்பதும், பழைய கதிர் நார்களின் புகலிடமாகவும், புதிய நார்களின் அமைப்பிடமாகவும் பணிபுரிகிறது என்பதும் பலரின் கருத்தாகும். மக்லீஷ் என்பார் சில தாவரச் செல்களின் நியூக்ளியோலசைக் கதிர் இயக்கத்தின் உதவியினால் அழித்துவிட, அச்செல்களில் செல் பிரிதல் நிகழ்ச்சி நடைபெறவில்லை. ஆனால், பழப்பூச்சி போன்றவற்றில் நியூக்ளியோலஸ் இராமலேயே செல்பிரிதல் நடைபெறுவது இக்கூற்றிற்கு முரண்பாடாக உள்ளது. எனவே, பல ஆராய்ச்சிகளுக்குப் பின்பு நியூக்ளியோலஸ் புதிய கதிர் நார்களின் அமைப்பிடமாக இருக்கலமேயன்றி, பழைய கதிர் நார்கள் மீண்டும் இதனுள் போய்விடுகின்றன என்பதை ஏற்க இயலாது என்னும் புதிய கருத்துத் தோன்றியிருக்கிறது.

நியூக்ளியோலஸ், செல்பிரிதலின் முதல் நிலையின்போது மறைந்து, கடைநிலையில் மீண்டும் தோன்றுகிறது. இதனையே நியூக்ளியோலஸ் சுழற்சி என்பர். குரோமோசோமின் ஒரு பகுதியில் நியூக்ளியோலஸ் தோற்றுவிப்புப் பகுதி அமைந்துள்ளது. இதையொட்டியுள்ள டி.என்.ஏ.விலிருந்து இது தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இந்தத் தோற்றுவிப்புப் பகுதியே செல்பிரிதலின் போது நடைபெறும் குரோமோசோம் இறுக்கமாதல் நிகழ்ச்சியின்போது இறுதியாக இறுக்கமடைந்து இரண்டாம் (secondary constriction) ஒடுக்கத்தை உருவாக்குகிறது. செல் பிரிதலின் முதல்நிலையில் இறுதியில், நியூக்ளியோல்று தொடர்பான டி.என்.ஏ. நியூக்ளியோலசின் தோற்றுவிப்புப் பகுதிக்குள் உள்ளிழுக்கப்பட்டுச் சுருட்டப்படுகிறது. நாரிழை மற்றும் துகள் பகுதிகள் நியூக்ளியோப்பிளாசத்தில் சிதறி விடுகின்றன. கடைநிலையின்போது டி.என்.ஏ. மீண்டும் சுருள் நீக்கப்பெற்று நியூக்ளியோலஸ் பகுதிகள் மீண்டும் இணைக்கப்படுகின்றன.

ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ. விற்கான குறிப்பு ஜீன்களையும், முதல்நிலை ஜீன் விளைபொருளான ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏவையும் அதற்கான மூலத்தேவைப் பொருள்களையும், இவற்றோடு தொடர்புடைய புரதங்களையும், ரிபோசோம் ஆர்.என்.ஏ உற்பத்திக்குத் தேவையான நொதிப் பொருள்களையும் உள்ளடக்கிய ஒரு சிக்கலான தொகுப்புப்பொருளே நியூக்ளியோலஸ் எனலாம்.

- சா. முத்தழகு

நியூக்ளைடு

குறிப்பிட்ட அணு எண், நிறை எண் ஆகியவற்றைக் கொண்ட ஓர் அணு வகைக்கு (species of atom) நியூக்ளைடு (nuclide) என்று பெயர். இது அணுக்கருவின் (nucleus) கட்டமைப்பைப் பொறுத்து வகைப்படுத்தப்படுகிறது. நிலைத்திருக்கும் நியூக்ளைடுகளின் (stable-nuclides) எண்ணிக்கை ஏறத்தாழ 284 ஆகும். இயற்கையில் ஏறக்குறைய 12 கதிரியக்க நியூக்ளைடுகள் (radioactive nuclides) காணப்படுகின்றன. மேலும் நூற்றுக்கு மேற்பட்ட நியூக்ளைடுகளைச் செயற்கை முறையில் உருவாக்கலாம்.

அணுக்கருவின் நிறை எண் (mass number) 'A' என்பது கருவிலுள்ள மொத்தத் துகள்களின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும். அதன் அணு எண் (atomic number) 'Z' என்பது கருவிலுள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும். எனவே, (A-Z)=N என்பது நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும். இது நியூட்ரான் எண் எனப்படும்.

நிறை எண்களின் மதிப்பு 40-க்கும் குறைவாக இருந்தால், நியூக்ளைடின், நியூட்ரான் எண்ணும், அணு எண்ணும் ஏறத்தாழச் சமமாக இருக்கும். அதாவது நியூட்ரான்களும், புரோட்டான்களும் சம எண்ணிக்கை கொண்டனவாய் இருக்கும். ஆனால், கனமான நிலைத்த நியூக்ளைடுகளின் நியூட்ரான் எண் எப்போதும் புரோட்டான் எண்ணைவிட (அணு எண்) மிகுந்திருக்கும்.

பாதிக்கும் மேற்பட்ட நிலைத்த நியூக்ளைடுகளில் நியூட்ரான் மற்றும் புரோட்டான் எண்கள் இரட்டைப் படையாய் (even) இருக்கும். இவை, இரட்டை இரட்டை நியூக்ளைடுகள் (even-even nuclides) எனப்படும். ஏறத்தாழ 20% நியூக்ளைடுகள் இரட்டைப்படைப் புரோட்டான் எண்களும் ஒற்றைப்படை நியூட்ரான் எண்களும் கொண்டவை. இவை இரட்டை-ஒற்றை நியூக்ளைடுகள் (even-odd nuclides) எனப்படும். ஏறத்தாழ 20% நியூக்ளைடுகள் ஒற்றைப்படைப் புரோட்டான் எண்களும் இரட்டைப்படை நியூட்ரான் எண்களும் கொண்டவை. நிலையான ஒற்றை-ஒற்றை நியூக்ளைடுகள் (odd-odd nuclides) எண்ணிக்கையில் மிகச் சிலவே.

O^{16}, Mg^{24}, Si^{28}, Ca^{40}, Ti^{48}, Fe^{56} ஆகிய நியூக்ளைடுகள் இரட்டைப்படை எண்ணிக்கை புரோட்டான்களையும், நியூட்ரான்களையும் கொண்டிருக்கின்றன. எனவே, இவை மிகவும் நிலைத்தன்மை கொண்டுள்ளமையால் நிலத்தின் மேற்பரப்பு 80% இத்தனிமங்களால் ஆக்கப்பட்டு இருக்கிறது. ஒரு தனிமம் சம அளவுள்ள நியூட்ரான்களையும் புரோட்டான்களையும் கொண்டிருந்தும் மொத்த நியூட்ரான்-புரோட்டான் எண்ணிக்கை நான்கால் வகுபடுவதாக இருந்தால் அந்த நியூக்ளைடு மிகவும் நிலைத்தன்மை கொண்டதாகும். ஆகியன இவ்வகை நியூக்ளைடுகள் ஆகும். ஒற்றைப்படை எண்ணிக்கையில் புரோட்டான்களையும். நியூட்ரான்களையும் கொண்ட நிலைத்த நியூக்ளைடுகள் $_1D^2$, $_2Li^6$, $_5B^{10}$, $_7N^{14}$ ஆகியனவாகும்.

- *மூ.நா. சீனிவாசன்*

நியூகோம்ப், சைமன்

இவர் ஒரு சிறந்த வானியல் மற்றும் கணிதவியல் அறிவியலார் ஆவார். சைமன் நியூகோம்ப் (Simon Newcomb) வேல்சிலுள்ள நேவா ஸ்காட்யா என்னுமிடத்தில் 1835-ஆம் ஆண்டு மார்ச் மாதம் 12-ஆம் நாள் பிறந்தார். இவர் தயாரித்த வானியற் பஞ்சாங்கம், விண் பொருள்களின் காலம், வானியல் மாறிலிகளின் அட்டவணை ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியது. இது இன்றும் பயனுள்ளதாகக் காணப்படுகிறது.

நியூகோம்ப், 1857-இல் அமெரிக்க வானிலை-கடல்துறை அலுவலகத்தில் (Americal Nautical Almanac Office) பணியில் சேர்ந்தார். 1858-இல் ஹார்வேர்டு பல்கலைக்கழகத்தில் பட்டம் பெற்றார். பின்னர் 1877-இல் அமெரிக்க வானியல்-கடல்துறை அலுவலகத்திற்குப் பொறுப்பாளராக நியமிக்கப்பட்டார். 1884 முதல் 1893 வரை ஜான்ஸ் ஹாப்கின்ஸ் பல்கலைக் கழகத்தில் கணிதவியல் மற்றும் வானியல் பேராசிரியராகப் பணி புரிந்தார். வானியல் தொடர்பாகச் சிறந்த கட்டுரைகளை இவர் வெளியிட்டுள்ளார். இவர் 1909-ஆம் ஆண்டு ஜூலை 11-ஆம் நாள் வாஷிங்டனில் காலமானார்.

- *பெ. துரைசாமி*

நியூட்டன் அயல் பாய்மம்

நியூட்டன் பாய்மப் பண்புகளைப் பெறாமல் மாறுபட்ட பண்புகளைக் கொண்ட பாய்மம், நியூட்டன் அயல் பாய்மம் (Non-Newtoni an fluid) எனப்படும்.

பாய்மக் கொள்கைகள். நீர்மங்களும், வளிமங்களும் பாய்மங்கள் என்னும் பொதுப் பெயரால் வழங்கப்பெறும். அமுக்க இயலாத் தன்மை (incompressible) கொண்ட பாய்மம், ஓர் நல்லியல்பு பாய்மம் (ideal fluid) ஆகும்.

இதற்குப் பாகியல்தன்மை (viscosity) கிடையாது. 1755-ஆம் ஆண்டு முதல் முதலில் ஆயிலர் என்பார் நல்லியல்பு பாய்ம ஓட்டத்திற்கான சமன்பாட்டை நிறுவினார். அது நல்லியல்பு பாய்மங்களில் தோன்றும் தகைவு (stress) திரிபு வீதத்திற்கு (rate of strain) ஒரு சமதளப் பரப்பில் தொடர்பு கொண்ட பாய்மத்தின் தகைவு அப்பரப்பிற்கு நேர்குத்தாய் அமைகிறது. ஆனால் இக்கொள்கைப்படி பாய்மத்தில் பாயும் ஒரு துகள் எந்தவித இழுவிசைக்கும் (drag) உட்படுவதில்லை. இது உண்மைக்கு முரண்பாடானதாகும். இதனை விளக்க நியூட்டன் பாகுநிலை கொண்ட பாய்ம விதியைப் புகுத்தினார். இதன்படி, சறுக்குப் பெயர்ச்சித் தகைவு, (shear stress) சறுக்குப் பெயர்ச்சித் திரிபு வீதத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். இதனை $\tau = \mu.du/dy$ என்னும் சமனால் குறிக்கலாம். இங்கு μ என்பது பாகியல் எண் (coefficient of viscosity) ஆகும். இவ்விதிக்கு உட்பட்ட பாய்மம், நியூட்டன் பாய்மம் எனப்படும். 1821-ஆம் ஆண்டும் நேவியர் என்பாரும் 1845-ஆம் ஆண்டு ஸ்டோக்ஸ் என்பாரும் இத்தகைய பாய்மங்களுக்குரிய இயக்கச் சமன்பாட்டினை வெவ்வேறு முறையில் தனித்தனியாய் வருவித்தனர்.

நேவியர் ஸ்டோக்ஸ் சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி, ஒரு சமதளத் தகட்டிலும் இரண்டு தகடுகளுக்கு இடையேயும், ஒரு வட்டக் குழாய் வழியாகவும், இரண்டு வட்ட உருளைகளுக்கிடைப்பட்ட பகுதிகளின் வழியாகவும், பாயும் பாய்மங்களின் தன்மைகள் விளக்கப்பட்டன.

40 ஆண்டுகளுக்கு முன், நியூட்டனின் பாகியல் பாய்மக் கொள்கையைப் பயன்படுத்திச் சில நிகழ்வுகள் விளக்க இயலாமையை அறிஞர்கள் கண்டனர். தகைவுக்கும், திரிவுக்கும் இடையேயுள்ள நேர்கோட்டுத் தொடர்பினைத் (linear relation) தளர்த்தினால், அதாவது இவ்விரண்டிற்கும் இடையே நேர்கோட்டிலமையாத் தொடர்பு (non-linear relation) இருப்பதாகக் கருதினால் சில பொருள்களின் பாய்ம ஓட்டப் பண்பினைத் தெளிவாக விளக்க இயலும் எனக் கருதினர். இத்தகைய பாய்மங்கள் நியூட்டன் அயல் பாய்மங்கள் எனப்படும்.

நியூட்டன் அயல் பாய்மம். நியூட்டன் அயல் பாய்மத்தில், நியூட்டன் பாய்மவிதி முழுமையாய்ச் செயல் படுத்தப்படுவதில்லை. இதில் தோன்றும் சறுக்குப் பெயர்ச்சி வீதம், பாய்மத்தில் தோன்றும் தகைவுக்கு நேர்விகிதத்தில் இருப்பதில்லை. பொதுவாய் மெய்ப்பாய்மங்கள் (real fluids) நியூட்டன் பாய்ம விதிக்கு உட்படுவதில்லை. நியூட்டன் அயல்பாய்மத்தை நியூட்டன் அயல் நிலைகள் (non-Newtonian states) எனவும் கூறலாம்.

குழாய்களில் ஓட்டம் (flow through tubes), அச்சுகளின் ஓட்டம் போன்ற ஓட்டப் பண்புகளையும், இரண்டு பாய்மங்களை ஒன்றோடொன்று கலத்தல், சாயப் பூச்சு இவற்றிற்கான விதிமுறைகள் போன்றவற்றையும் நியூட்டன் அயல் பாய்ம விதிகளால் அறியலாம்.

நியூட்டன் அயல் பாய்ம வகைகள். நியூட்டன் அயல் பாய்மங்களைப் பொதுவாய்க் காலம் சாராப் பாய்மங்கள் (time independent fluids), காலம் சார் பாய்மங்கள் (time dependent fluids), பாகியல் மீட்சிப்பாய்மங்கள் (visco-elastic fluids) என மூவகையாகப் பிரிக்கலாம்.

இதில் பாய்மத்தின் ஒரு புள்ளியில் தோன்றும் சறுக்குப் பெயர்ச்சி வீதம் (rate of shear) அப்புள்ளியில் தோன்றும் சறுக்குப் பெயர்ச்சித் தகைவைக் கொண்ட ஒரு சார்பு எண் ஆகும். நியூட்டன் பாய்மத்தை, இப்பிரிவைச் சார்ந்த ஒரு தனிப் பாய்மம் எனக் கொள்ளலாம்.

இப்பாய்மங்களைப் பின்காம் நெகிழி (Bingham plastic) பாய்மங்கள், புனை-நெகிழி (pseudo plastic) பாய்மங்கள், விரியுந்தன்மைப் பாய்மங்கள் (dilatant) என வகைப்படுத்தலாம்.

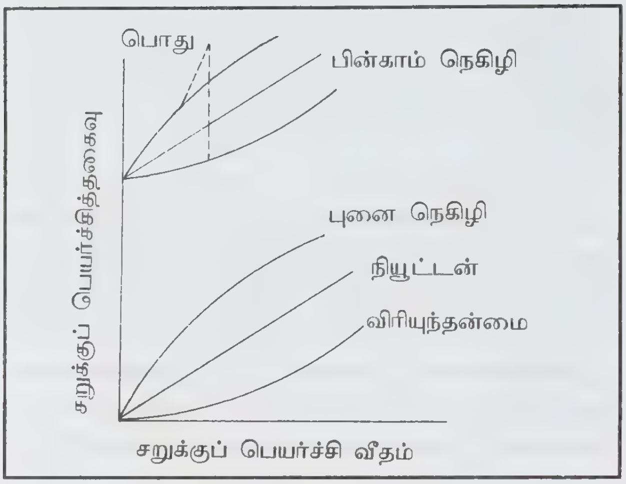
பின்காம் நெகிழிப் பாய்மங்கள். இப்பாய்மங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட இணங்கு தகைவைப் (yield stress) பெற்றிருக்கின்றன. பாய்மம் பாயத் தொடங்குவதற்கு முன்னர் அது இத்தகைவை மீற வேண்டும். அதன்பிறகு இதன் சறுக்குப் பெயர்ச்சி வீதம் நேர்கோட்டில் அமைவதைக் காணலாம். இத்தகைய பண்புகளைப் பற்பசை, எண்ணெய், சாயம், களிமண் போன்றவை பெற்றிருக்கின்றன. இத்தகைய இணங்கு தகைவு காட்டும் வேறு பல பொருள்களும் இருக்கின்றன. ஆனால், இவற்றின் பாயம்ச் சரிவு நேர்கோட்டில் அமைவதில்லை. இவை பொதுப்படைப் பின்காம் நெகிழி எனப்படும்.

புனை-நெகிழிப் பாய்மங்கள். இவை இணங்கு தகைவு காட்டுவதில்லை. ஆனால் சறுக்குப் பெயர்ச்சித் தகைவுக்கும் சறுக்குப் பெயர்ச்சி வீதத்திற்கும் உள்ள விகிதம், சறுக்குப் பெயர்ச்சி வீதத்தைப் பொறுத்துச் சரிகிறது. இதனைத் தோற்றப் பாகு நிலை (apparent viscosity) எனக் கூறலாம். சீரற்ற துகள்கள் கொண்ட நீர்மங்களையும், பல்லுறுப்பிக் (polymet) கரைசல்களையும் இத்தகைய பாய்மங்களுக்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம்.

விரியுந்தன்மை பாய்மங்கள். இவை புனை நெகிழிப் பாய்மங்களை ஒத்தவை. ஏனெனில் இவையும் இணங்கு தகைவு காட்டுவதில்லை. ஆனால், சறுக்குப் பெயர்ச்சி

வீதம் அதிகரிப்பதால் இவற்றின் தோற்றப் பாகுநிலையும் அதிகரிக்கிறது. சோளமாவு, பசை போன்ற திண்மப் பொருள் மிகுதியாய் உள்ள கரைசல்கள் இத்தகைய பாய்மங்களாகும்.

மேற்கூறிய பாய்மங்களின் (curves) வரைகள் படம் 1-இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம் 1. நியூட்டன் அயல்பாய்ம வரைகள்

காலம் சார் பாய்மங்கள். இவற்றைச் சிக்கல் வாய்ந்த பாய்மங்கள் எனலாம். சறுக்குப் பெயர்ச்சித் தகைவுக்கும் சறுக்குப் பெயர்ச்சி வீதத்திற்குமுள்ள தொடர்பு, பாய்மம் சறுக்குப் பெயர்ச்சி பெற்ற காலத்தைப் பொறுத்தது. அதாவது இத்தொடர்பைப் பெற பாய்மத்தின் முந்தைய முழுத் தகவல்களும் தெரிந்திருக்க வேண்டும்.

இப்பாய்மங்களை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். முதல் வகையில், நேரத்தைப் பொறுத்துச் சறுக்குப் பெயர்ச்சித் தகைவு குறைகிறது. இவ்வகைப் பாய்மத்தில் கட்டமைப்புக் குலைவு சறுக்குப் பெயர்ச்சி நேரத்தையும் சறுக்குப் பெயர்ச்சி வீதத்தையும் சார்ந்தது. அமைதி நிலைக்குப் பின் இத்தகைய பாய்மம் ஒரே நேர வீதத்தில் சறுக்குப் பெயர்ச்சி செய்யப்படுவதாகக் கொள்ளலாம். அதன் கட்டமைப்பு உடைந்து, அதனால் தோற்றப் பாகுநிலை, காலத்தைச் சார்ந்து குறையும். உடைந்த கட்டமைப்பு ஒன்று சேர்ந்து மீண்டும் பழைய கட்டமைப்பைத் தோற்றுவிக்கும். உடைந்த கட்டமைப்புத் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரித்தால், மறுவமைப்பு (reformation) வீதமும் அதிகரிக்கும். இவ்வாறு ஒரு நிலையில் பாய்மத்தில் கட்டமைப்பு உடைதல் வீதமும் (rate of break-down) மறுவமைப்பு அதிகரிப்பு வீதமும் (rate of buildup) சமமாய் இருக்கும் இயங்கு சமநிலையைப் பாய்மம் அடைகிறது. இச்சமநிலை (dynamic equlibium) பாய்மத்தின் சறுக்குப் பெயர்ச்சி வீதம் அதிகரித்தால் இந்நிலையை அடையும் காலமும் அதிகரிக்கும்.

இரண்டாம் வகைப் பாய்மத்தில் சறுக்குப் பெயர்ச்சித் தகைவு, காலத்தைப் பொறுத்து மிகுதியாகிறது. இவ்வகைப் பாய்மங்களில் முதல் வகைப் பாய்மத்தின் எதிர் விளைவுகள் உண்டாகின்றன. இவ்வகைப் பாய்மத்தில் சறுக்குப் பெயர்ச்சிக்கு ஏற்ப, கட்டமைப்பு அதிகரிக்கிறது. இத்தகைய மிகச் சில பொருள்கள் அரிதாகவே கிடைக்கின்றன.

பாகியல்-மீட்சிப் பாய்மங்கள். இப்பாய்மங்கள், பாகியல் நீர்மங்கள் (viscous liquids), மீட்சித் திண்மங்கள் (elastic solids) ஆகியவற்றிற்குரிய சிறப்பியல்புகளைப் பெற்று உருக்குலைவுக்குப் பின் மீண்டும் ஓரளவு மீட்சியைப் பெறும் தன்மை வாய்ந்தவை. இவை பாகுநிலையைப் பெற்றிருந்தாலும், பொருளின் உருவ மீட்சியியலைக் காட்டுகின்றன. மேலும், உருக்குலைவு ஆற்றலைச் சேமிக்கும் தன்மையும் வாய்ந்தன. இவ்வகைப் பண்புகள் பெரிய மூலக்கூறுகளிலும் (macro-molecules), உருகிய பல்லுறுப்புகளிலும் (molten polymers) மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. இப்பண்புகளைக் கம்பிச்சுருளின் (springs) பண்புகளுக்கு ஒப்பிடலாம். ஒவ்வொரு பாய்மத்தின் பாகுநிலைக்கும், விறைப்புக்குணகத்திற்கும் (rigidity modulus) உள்ள விகிதம் மாறுபடும். இவ்விகிதம் தளர்ச்சி நேரம் எனப்படுகிறது. பாய்மத்தில் உள்ள பொருள்களைக் கம்பிச் சுருள் மிகுந்த தொடர்களால் ஆக்கப்பட்டுள்ளனவாகக் கருதலாம்.

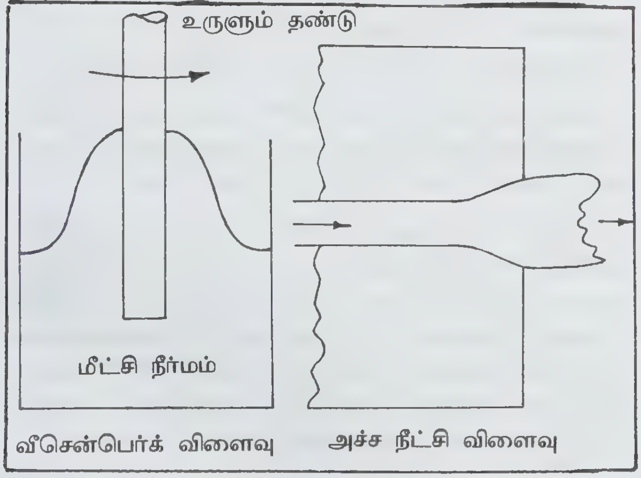
பாய்மவியல் (rheology). பருப்பொருள் அல்லது பாய்மத்தின் பாயுந்தன்மை (flow) உருக்குலைவு (deformation) பற்றி விளக்குவது பாய்மவியல் எனப்படும். பருப்பொருளில் தோன்றும் உருக்குலைவு அதன் அடர்த்தியைப் பொறுத்தது. அடர்த்தி குறைந்தால் பருப்பொருள் எளிதில் உருக்குலைவடைகிறது. ஒரு வளிமத்தின் பாகுநிலையை, விரைந்து செல்லும் ஓர் ஏட்டிலிருந்து (layer), மெதுவாய் செல்லும் பிறிதோர் ஏட்டிற்குத் தாவும் ஒரு மூலக்கூறு பற்றியது எனலாம். இவ்வாறு தாவும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை வெப்பநிலை உயர்வால் அதிகரிக்கிறது. எனவே, திண்மங்களும், நீர்மங்களும் வெப்பநிலை உயரும்போது அதிக பாய்மம் பெறுகின்றன. திண்மங்களுடன் ஒப்பிடும்போது, நீர்மங்கள் அதிக பாய்மத்தன்மை கொண்டுள்ளமைக்குக் காரணம், நீர்மங்களில் தோன்றும் மிகுதியான சீரற்ற தன்மையே ஆகும்.

பாகுநிலையின் தலைகீழ் (recepirocal), பாய்மநிலை (fluidity) எனப்படும். பாய்மநிலை, பொருளின் மூலக்கூறு பருமனுக்கு நேர்விகிதத்தில் அமைந்திருக்கிறது. பாகியல் ஓட்டத்திற்குத் துளைகள் (holes) தேவை. ஆனால் அழுத்தம் துளைகளின் எண்ணிக்கையைக் குறைக்க முற்படுகிறது. எனவே, அழுத்தம் பாகுநிலையைப் பொதுவாய் அதிகரிக்கிறது எனலாம்.

பாகுநிலை பற்றிய நியூட்டனின் சமன்பாட்டுக்கு உட்படாத அமைப்புகள் நியூட்டன் அயல்-பாகு நிலை (non-Newtonian viscosity) பெற்ற பாய்மங்கள் எனப்படுகின்றன. இப்பாய்மங்களில் தோன்றும் தகைவு அதிகரிப்பு, ஓட்ட வீதத்தைச் சரியான அளவில் அதிகரிப்பதில்லை.

நியூட்டன் அயல் பாய்மங்களின் பாயுந்தன்மையைச் சாதாரண நிலைகளில்தான் எளிதாய்க் கணக்கிட இயலும். காலஞ்சாரா நியூட்டன் அயல் பாய்மங்களில், ஒரு குழாய் வழியாகச் செல்லும் பாய்மத்தின் பண்புகளை எளிதில் கணக்கிடலாம். ஆனால், கட்டுப்பாடின்றி ஒழுங்கற்றுப் பாயும் சுழிப்பியல் ஓட்டம் (turbulent flow) கொண்ட பாய்மங்களுக்கு எளிதாய்க் காண இயலாது.

தற்போது காலஞ்சார்ந்த பாய்மங்கள் முக்கியத்துவம் பெற்ற வருகின்றன. இருப்பினும் இத்துறையில் தொழில் நுட்ப முன்னேற்றம் குறிப்பிடும் வகையில் அமையவில்லை. சீராகவும், ஒழுங்காகவும் பாயும் பாகியல் மீட்சிப் பாய்மங்கள் பற்றியப் பண்புகளை நன்கு அறிந்துகொள்ள இயலும். ஆனால், தடுக்கிதழ்கள் (valves) வழியாய் பாயும்போது தோன்றும் சீரற்ற சுழிப்பியல் ஓட்டநிலையினால் பாய்மத்தின் மீட்சிப் பண்புகளைப் பற்றி எளிதில் அறிய முடிவதில்லை.



படம் 2. தனித்த பரப்பில் பாகியல் மீட்சி விளைவுகள்

ஒரு தனித்த பரப்பில் (free surface) பாகியல் மீட்சி விளைவுகள், வீசென்பெர்க் விளைவைத் (Weissenberg) தோற்றுவிக்கின்றன. இதன்படி, ஒரு மீட்சி நீர்மம் (elastic liquid) உருளும் தண்டின் மேல் ஏறமுயலும் படம் (அ); அல்லது ஓர் அச்சில் இருந்து (die) வெளிப்படும் தாரையில் (jet) நீட்சி தோன்றும் (படம் 2ஆ); இந்நிகழ்ச்சிகள் சறுக்குப் பெயர்ச்சிக்குட்பட்ட பாகியல் மீட்சிப் பாய்மங்களில் உண்டாகும் நேர்குத்துத் தகைவுகளால் தோன்றுகின்றன.

பாய்மங்களின் ஆராய்ச்சி. உயவு ஓட்டம், அமுக்கக் கூடிய ஓட்டம், சுழிப்பியல் ஓட்டம், சீரற்ற ஓட்டம், உருளும் பொருளின் வழியாய்ச் செல்லும் ஓட்டம் முதலியவற்றைப் பற்றிய நியூட்டன் அயல் பாய்ம ஓட்ட ஆராய்ச்சிகளும், நியூட்டன் அயல்பாய்ம ஓட்டங்களுக்கான இயக்க நிலைப்பாடு, வெப்பவியல் நிலைப்பாடு பற்றிய ஆராய்ச்சிகளும் தற்போது மிகுதியாக நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கின்றன.

துணைநூல். Kapur, Bhutt and Sacheti, *Non-Newtonian Fluid Flows,* Pragati prakashan, Meerut, 1982.

நியூட்டன் இடைமதிப்பு வாய்பாடு

கொடுக்கப்பட்ட ஒரு பட்டியலில் இடையில் ஏதேனும் ஒரு மதிப்புத் தெரியாதிருந்தால், அதை அளவிடும் முறைக்கு இடை மதிப்பைக் காணுதல் எனப்பெயர். கொடுக்கப்பட்ட வரிசை சமமாகவோ, சமமில்லாமலோ இருக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, x மதிப்புகள் ஆண்டுகளையும், y மதிப்புகள் ஒரு நகரின் மக்கள் தொகையையும் முறையே குறிப்பனவாகக் கொண்டால், x மதிப்புகள் ஏறு வரிசையில் சமமான இடைவெளியில் இருந்து, இடையிலுள்ள ஒரு x மதிப்புக்கு உரிய y மதிப்பை அளவிட நியூட்டனின் இடை மதிப்பு வாய்பாடு பயன்படுகிறது.

y_x என்பது x க்குரிய கண்டுபிடிக்கப்பட வேண்டிய y மதிப்பாக இருந்தால்,

$$y_x = y_o + x\,\Delta_1 + \frac{x\,(x-1)}{2!}\,\Delta_2 + \frac{x\,(x-1)\,(x-2)}{3!}\,\Delta_3 + \ldots\ldots$$

$$x = \frac{\text{இடைமதிப்புக்கான வேண்டிய ஆண்டு -ஆதியிலுள்ள ஆண்டு}}{\text{அடுத்தடுத்த ஆண்டுகளுக்குள்ள இடைவெளி}}$$

என்பது நியூட்டனின் இடைமதிப்பு வாய்பாடாகும். இங்கு y_o என்பது, ஆதியிலுள்ள மதிப்பைக் குறிக்கும்.

Δ_1, Δ_2, Δ_3 என்பவை இல் முதல், இரண்டு, மூன்றாம் வேறுபாடுகள் ஒவ்வொன்றிலும் உள்ள முதல் வேறுபாட்டைக் குறிக்கும். மேற்காணும் வாய்பாட்டைக் கொண்டு தெரியாத இடைமதிப்பை மிக எளிமையாகக் காணலாம்.

- எம். அரவாண்டி

நியூட்டன் இயக்க விதிகள்

விசை பற்றிய இயக்கவியல் கோட்பாடுகளை, ஐசக் நியூட்டன் என்பார் 1686-இல் மூன்று விதிகளாக வெளியிட்டார். இவை நியூட்டனின் இயக்க விதிகள் (Newtons's law of motion) எனப்படும்.

முதல்விதி. எந்த ஒரு பொருளும், தனக்குப் புறம்பாக ஒரு விசை செயல்பட்டு முடுக்கப்பட்டாலன்றித் தன் ஓய்வு நிலையிலேயோ ஒரு நேர்கோட்டிருள்ள சீரியக்க நிலையிலேயோ தொடர்ந்திருக்கும்.

எந்தப் பொருளும் அது வைக்கப்பட்ட இடத்தில் அப்படியே இருக்கும் என்பது தெளிவு அதன் மேல் ஏதேனும் ஒரு விசை செயல்பட்டாலேயே அது நகரும். ஆகவே, ஒரு பொருளின் ஓய்வு நிலையை மாற்றுவது அதன்மேல் செயல்படும் விசையே ஆகும். அவ்வாறே சீரான நேர்கோட்டுப் பாதையில் இயங்கும் ஒரு பொருள் அதன் மீது வெளிவிசை செலுத்தப்படவில்லை எனில், அதே திசைவேகத்துடன் இயங்கும். ஆனால், தரையில் உருண்டுவரும் பந்து சீரான நேர்கோட்டில் செல்லாமல் அதன் வேகம் குறைந்து சிறிது தொலைவு சென்றதும் நின்றுவிடுகிறது. இதற்குக் காரணம், பந்திற்கும் தரைக்குமிடையே தோன்றும் உராய்வுவிசை (frictional force) காற்றுத்தடை போன்ற வெளிவிசைகள் பந்தின் இயக்கத்திற்கு எதிர்த்திசையில் செயல்படுவதேயாகும்.

பொருள்கள் தம்மிடத்திலுள்ள இயக்கத்தைத் தாமாகவே மாற்றிக் கொள்ளவியலாத பண்பே பொருள்களின் நிலைமம் (inertia) எனப்படும். பொருள்களுக்கு நிலைமம் என்னும் பண்பு உண்டு என்பதையே முதல் விதி குறிப்பிடுகிறது.

இரண்டாம் விதி. ஒரு பொருளின் உந்த மாறுபாட்டு வீதம், அதன்மீது செயல்படும் விசைக்கு நேர் விகிதத்திலும், இவ்விசையின் திசையிலும் அமையும்.

இவ்விதி, விசையை அளவிடுவதற்கும், இயக்க விசையியலின் அடிப்படைச் சமன்பாட்டை நிறுவுவதற்கும் பயன்படுகிறது.

m நிறைகொண்ட பொருள் u என்னும் திசைவேகத்துடன் நேர்கோட்டில் செல்லும்போது, அதன்மீது F என்னும் விசை செயல்பட்டு அதன் திசைவேகத்தை t நொடிகளில் v என மாற்றுவதாகக் கொள்ளலாம்.

நியூட்டனின் இரண்டாம் விதிப்படி,

$F \alpha$ உந்தமாறுபாட்டு வீதம்.

பொருளின் தொடக்க உந்தம் = mu

பொருளின் இறுதி உந்தம் = mv

பொருளில் ஏற்பட்ட உந்த மாற்றம் = m (v-u)

உந்த மாற்றவீதம் m (v-u) / t

ஆனால், $v = u + at ; \frac{v - u}{t} = a$

$F \alpha ma$

F=kma

இங்கு k என்பது ஒரு மாறிலி.

இச்சமன்பாட்டில், m=1. a=1 எனவும் f=1 எனவும் இருப்பின் என ஆகிவிடும்.

1கி.கி. நிறையுள்ள ஒரு பொருளின்மீது ஓரலகு முடுக்கத்தைத் (1மீ/நொடி^{2}) தோற்றுவிக்கும் விசை 1 நியூட்டன் ஆகும்.

விசையின் அலகு நியூட்டன் ஆகும்.

எனவே, F=ma ஆகும். இதுவே இயக்கவியலின் அடிப்படைச் சமன்பாடாகும்.

மூன்றாம் விதி. ஒவ்வொரு வினைக்கும் (action) அதற்குச் சமமானதும், எதிர்த்திசையில் இயங்கக் கூடியதுமான ஓர் எதிர்வினை (reaction) உண்டு.

ஒருபொருள் மற்றொரு பொருளின் மீது செலுத்தும் விசை, வினை எனப்படும். இரண்டாம் பொருள் முதற்பொருளின் மீது செல்லும் விசை எதிர்வினை எனப்படும்.

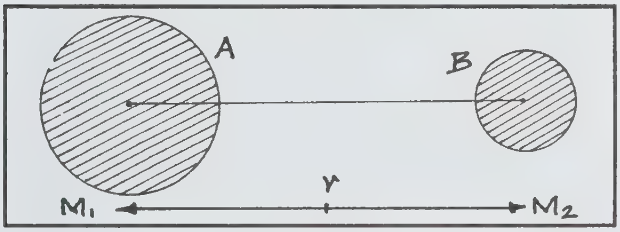
ஏவூர்தி இயக்கம் (rocket motion), இம்மூன்றாம் விதியைப் பயன்படுத்துகிறது. ஏவூர்தியின் எரிபொருள் கலவை எரியூட்டப்படும்போது அது மிகுந்த அழுத்தங் கொண்ட வளிமமாக மாறி, கலத்தின் ஒரு முனையிலுள்ள துளையின் வழியாக மிகுந்த விசையுடன் வெளியேறும். இது வினையைக் குறிக்கும். கலத்தில் தோன்றும் எதிர்வினையால் ஏவூர்தி மேல் நோக்கி விரைகிறது.

- மு.நா. சீனிவாசன்

நியூட்டன் ஈர்ப்பியல் விதி

சூரியனைச் சுற்றியுள்ள கோள்களின் இயக்கத்தைக் கொண்டு நியூட்டன், ஈர்ப்பியல் பொது விதியை (**universal law of gravitation**) நிறுவினார். நியூட்டனின் இவ்விதி சூரியக் குடும்பத்திலுள்ள பொருள்களுக்கு மட்டுமல்லாமல் அண்டத்திலுள்ள எந்த இரு பொருள்களுக்கும் பொருந்தும். மேலும் சூரியன், புவி இவற்றிற்கிடையேயான ஈர்ப்பு விசை, சந்திரன், புவி இவற்றிற்கிடையேயான ஈர்ப்புவிசை, சுற்றுப் பாதையிலுள்ள எலெக்ட்ரான், அணுக்கரு இவற்றிற்கிடையேயான ஈர்ப்புவிசை ஆகியவற்றிற்கு இவ்விதி பொருந்தும்.

இந்த அண்டத்திலுள்ள ஒவ்வொரு பொருளும் பிறிதொரு பொருளை அவற்றின் பொருண்மையின் பெருக்குத் தொகைக்கு நேர்விகிதத்திலும் அவற்றின் மையங்களுக்கிடையேயுள்ள தொலைவின் இருமடிக்கு எதிர்விகிதத்திலும் உள்ள விசையுடன் ஈர்க்கிறது.



A,B என்னும் பொருள்களின் பொருண்மை முறையே m_1, m_2 ஆகும். அவற்றின் மையங்களுக்கிடையேயுள்ள தொலைவு r ஆகும்.

அவற்றிற்கிடையேயுள்ள ஈர்ப்பு விசை,

$$\frac{F \alpha m_1 m_2}{r_2}$$

எனவே,

$$F = \frac{G.\, m_1\, m_2}{r_2}$$

இங்கு G என்பது ஈர்ப்பியல் மாறிலி (Gravitation constant) எனப்படும். G-இன் மதிப்பு 6.67 x 10^{-11} நியூட்டன் மீ/கி.கி^{2} ஆகும். புவியின் தெரிந்த பருமன், அடர்த்தி, நிறை ஆகியவற்றைக் கொண்டு G-இன் மதிப்பை நியூட்டன் கணக்கிட்டார்.

- பெ. துரைசாமி

நியூட்டன் கோட்ஸ் வாய்பாடு

இது ஓர் எண்ணளவு தொகையீட்டு வாய்பாடாகும். நியூட்டன் கோட்ஸ் வாய்பாட்டில் பட்டியல் மதிப்புகளுக்குப் பொருந்திய முழு இடைவெளியில், கோவைகள் தொகையிடப்படுகின்றன. f(x) எனும் சார்பின் மதிப்பு தெரிந்தாலோ பட்டியல் மூலம் அறியப்பட்டாலோ

$$\int_a^b f(x)\, dx \text{-(1)}$$

எனும் தொகையீட்டு மதிப்பை அறியலாம். f(x)-ஐ ரீமன் தொகையீட்டுச் சார்பெண்ணை இங்கு எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். f-எனும் சார்பு அட்டவணை 1-இல் கண்டபடி இருப்பதாகக் கொண்டு,

$x_\iota - x_{\iota-1} = h,$

$\iota = I\ (I)$

$x_o = a, x_n = b \{ x_n = x_o + nh \}$ எனக் கொள்ளலாம்.

அட்டவணை 1

x	f(x)
x_0	f_0
x_1	f_1
x_2	f_2
.	.
.	.
x_n	f_n

தொகையீட்டு எல்லைகளை $t = \frac{x - x_o}{h}$ என மாற்ற $dx = h.dt;\ f(x) = f(x_o + h_t)$ ....(2) என்றும் (1)ன் தொகையீடு

$$\int_a^b f(x)\, dx = \int_{x_o}^{x_n} f(x)\, dx$$

$$= h \int_0^n f(x_0 + ht).dt = h \int_0^n F(t)\, dt. \text{ .....(3)}$$

என்றும் கிடைக்கும். அட்டவணை (1)ன் மதிப்புகளை அட்டவணை (2)இல் எழுதவியலும்.

அட்டவணை 2

x	t= x - x_0	F(x) = F (x_o + ht)
x_o	0	f_o
x_1	1	f_1
x_2	2	f_2
.	.	.
.	.	.
.	.	.
x_n	n	f_n

ஆகவே (3)இல் காணப்படும் தொகையீடு,

$$I = \int_{x_0}^{x_n} f(x)\, dx$$

$$I = h \int_{0}^{n} F(t).dt$$

$$I = h\int_{\partial}^{n}\left[fo + \frac{\Delta fo.t}{1!} + \frac{\Delta^2 fo\ t^2}{2!} + \ldots + \frac{\Delta^n fo}{n!}.t^n + \frac{h^{n+1}.t^{n+1}.f^{n+1}}{(n+1)!}(\xi)\right] dt$$

இங்கு $R_n\ (t) = h^{n+1}.\ t^{n+1}\ f^{n+1}\ (\xi);\ x \leq \xi \leq n$ என்பது மீதி உறுப்பு என்றும், t^n என்பது $t^n = t(t-1)\ (t-2)\ \ldots\ (t-n+1)$ எனும் காரணிக் கோவை என்றும் குறிக்கப்படும்.

- எம். அரவாண்டி

நியூட்டன் சர். ஐசக்

அறிவியல் வளர்ச்சிக்கு வித்திட்ட மாபெரும் மேதைகளுள் ஒருவர் சர்.ஐசக் நியூட்டன் ஆவார். ஐசக் நியூட்டன் 1642 டிசம்பர் 25ஆம் நாள் இங்கிலாந்தில் லிங்கன்ஷயரைச் சார்ந்த ஊல்ஸ்த்ரோப் என்னுமிடத்தில் பிறந்தார். அவர் பிறப்பதற்கு முன்பாக அவர் தந்தை இறந்துவிட்டார். பிறந்ததும் முழுவளர்ச்சியுறாத நிலையில் பள்ளிப்பருவத்தை எட்கின்ற வரை மெலிந்த உருவமுடையவராக இருந்தார். இவருக்கு ஈராண்டு ஆவதற்குள் அவர் தாயார் மறுமணம் செய்து கொண்டார். அவர் தம் பாட்டியார் வீட்டுக்கு அனுப்பப்பட்டார். அக்காலத்தில் அவர் ஸ்கில்லிங்டன், ஸ்டோக் ஆகிய இடங்களில் உள்ள பள்ளிகளில் பயின்று வந்தார்.

அவர் தாயார் அவருக்கு 14 வயதாகும்போது மீண்டும் தன்னிடம் அழைத்துத் தம் விளைநிலங்களைப் பார்த்துக் கொள்ளச் சொன்னார். ஆனால், நியூட்டனுக்குப் பண்ணை வேலைகளில் சிறிதும் ஈடுபாடு இல்லாமையால் தம் காலத்தைத் தனித்திருந்து சிந்திப்பதிலும், படிப்பதிலும் செலவிட்டு வந்தார். அவர் கைவினைத் தொழிலில் ஈடுபாடு கொண்டு மாவரைக்கும் எந்திரம், நீர்க் கடிகாரம், நிழற்கடிகாரம் போன்ற பல்வேறு எளிய எந்திரங்களின் அமைப்புருவங்களை எளிய பொருள்களைக் கொண்டு திறம்படச் செய்வதில் ஆர்வமுடையவராகத் திகழ்ந்தார்.

அவர் தாயாரின் விருப்பையொட்டி நியூட்டன் தம் 18ஆம் ஆண்டில் கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகத்தைச் சார்ந்த டிரினிடிக் கல்லூரியில் சேர்ந்தார். அங்கு அவர் நன்கு பயின்றதோடு திட்டமிட்டுப் பல ஆய்வுகளையும் தொடர்ந்து மேற்கொண்டு வந்தார். வால் விண்மீன்களின் வழியைக் கணித்தல், ஒளியில் விலக்கம் பற்றி ஆய்தல், கணக்கியலில் முதன்மையிடம் பெற்றுள்ள ஈருறுப்புத் தேற்றத்தினைத் (binomial theorem) தோற்றுவித்தல் ஆகிய பல அரிய பணிகளை அவர் செய்து முடித்தார்.

பிளேக் என்னும் பெரும் நோய் பரவியதன் காரணமாகக் கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகம் 1½ ஆண்டுக்காலம் மூடப்பட்டது. நியூட்டன் அக்காலத்தில் ஊல்ஸ்த்ரோப்பிலுள்ள தம் பண்ணையில் சென்று தங்கியிருந்தார். அக்காலமே அவர் தம் சிந்தனையில் பல அருங்கருத்துக்கள் ஊற்றெடுத்துப் பெருகுவதற்குப் பின்னணிச் சூழலாக அமைந்தது. தம் வாழ்நாளில் அந்தக் காலமே மற்ற எக்காலத்தையும் விடப் பல உண்மைகளைக் கண்டுபிடிக்கவும், கணக்கியல், இயற்பியல் ஆகிய துறைகளில் ஆழ்ந்து பயிலவும் ஏற்றதொரு காலமாக இருந்தது என்று நியூட்டனே பின்னாளில் எழுதுகிறார்.

அந்தச் சிலமாத காலத்திற்குள்ளேயே வகை நுண்கணிதம் (differential calculas), தொகை நுண்கணிதம் (integral calculas) ஆகியவற்றை உருவாக்கினார். வகை நுண்கணிதம் புதிய இயற்பியலின் வளர்ச்சிக்கு மிகவும் இன்றியமையாததாகும். தொடர்ந்து மாறிக் கொண்டிருக்கும் அளவுகள் பற்றிய கணிதப் பகுதி வகை நுண்கணிதம் எனப்படும். கணிதத்தின் உதவியின்றி, விண்வெளியில் தொடர்ந்து இடமாறியபடி இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் பொருள்கள் பற்றிய தம் ஈர்ப்புக் கோட்பாட்டினை (theory of gravitation) நியூட்டனால் உருவாக்கியிருக்க முடியாது.

ஒளி பற்றிய தம் ஒளித்துகள் கொள்கையை அறிவித்தார். இவரின் ஆராய்ச்சியின்போது முதன்

நியூட்டன் சர், ஐசக்

முதலாக எதிரொளிப்புத் தொலைநோக்கியை உருவாக்கினார். இவர்தம் நிறப்பிரிகை ஆய்வுகள் சிறப்புடையன. இறுதியாக, விண்வெளியில் மிகத் தொலைவுக்கு அப்பால் விலகிக் கிடக்கும் பொருள்களுக்கு இடையே ஈர்ப்பு விசைகள் செயல்படுகின்றன என முடிவு செய்யும் ஈர்ப்புக் கோட்பாட்டினைக் கண்டார்.

நியூட்டன் தம் 24ஆம் அகவையில் பல்கலைக் கழகத்திற்குத் திரும்பினார். இவரின் அறிவு நுட்பத்தை ஐசக்பாரோ என்னும் கணிதப் பேராசிரியர் முன்னரே கண்டுணர்ந்திருந்தார். நியூட்டன் பேராசிரியராகப் பணியேற்க வேண்டும் என்பதற்காகவே தம் பதவியிலிருந்து விலகிக் கொண்டார் என்று பொதுவாகக் கருதப்பட்டது. நியூட்டன் தம் 26ஆம் ஆண்டில் பல்கலைக்கழகத்தில் பேராசிரியராக அமர்ந்தார். தொடர்ந்து 53ஆம் வயது வரை அப்பணியில் நீடித்தார். கணிதத்திலும், ஒளியியலிலும் இவர் ஆற்றிய அரும் பணிகள் அவரை முன்னரேயே உலகப் புகழ் எய்தச் செய்தன. அவர் தம் 30ஆம் அகவையில் ராயல் கழகத்தின் உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார்.

நியூட்டன், பல்கலைக்கழகத்தில் பணியாற்றிக் கொண்டிருந்தபோது, 1684இல் எட்மண்ட் ஹாலி என்னும் வானியல் அறிஞர் அவரைக் கண்டு விண்பொருள்களின் வழிகளைக் கட்டுப்படுத்தியாளும் ஆற்றல்கள் பற்றி உரையாடிக் கொண்டிருந்தார். அப்போது ஒரு கோள் அதற்கும் சூரியனுக்கும் இடையேயுள்ள தொலைவின் ஈரடுக்குக்கு எதிர் விகிதத்தில் மாறும் ஒரு விசையால் கட்டுப்படுத்தப்படும்போது எத்தகைய ஒரு பாதையில் செல்லும் என்று தெரிந்து கொள்ள அவர் விரும்பினார். அந்தக் கோள் ஒரு நீள்வட்டப் பாதையில் செல்லும் என்று நியூட்டன் உடனடியாக விடையளித்தார். நியூட்டனுக்கு அது தெரியவந்த விதத்தை ஹாலி வினவியபோது நியூட்டன், தாம் முன்னரே கணக்கிட்டு விட்டதாகச் சொன்னார். ஆனாலும், தம் ஆராய்ச்சிக் கட்டுரைகளிலிருந்து நியூட்டனால் அந்தக் கணக்கீடுகளைக் கண்டெடுக்க இயலவில்லை. மீண்டும் அதை எழுதி வைக்கும்படி ஹாலி வேண்டிக் கொண்டார். முதலாவதாக, பொருள்களின் இயக்கங்கள் (De motu corporum on the motions of bodies) என்னும் கட்டுரை ராயல் கழகத்திற்கு அளிக்கப்பட்டது. அது பின்னால் வரவிருக்கும் நியூட்டனின் புகழ்வாய்ந்த தத்துவங்கள் (Mathematical Principles of Natural Philosophy) என்னும் பெருநூலின் ஒரு பகுதியாக இருந்தது. அந்த நூல் மிகக் குறுகிய காலத்தில் எழுதி முடிக்கப்பட்டு 1687 ஜுலை 5ஆம் நாள் வெளிவந்தது. இந்நூல் வெளிவருவதற்கு ஹாலி செய்த பெருமுயற்சிக்காக அவரைப் பெரிதும் பாராட்டுதல் வேண்டும். அவர் பெருஞ் செல்வரல்லராயினும் அந்நூல் வெளிவருவதற்கான செலவைத் தாமே ஏற்றுக் கொண்டார். நியூட்டனுக்கும் அவர் நாளில் இருந்த ராபர்ட் ஹுக் போன்ற அறிவியலாருக்கும் இடையே ஏற்பட்ட பூசல்களை அவரே தீர்த்து வைத்தார். ஹுக் கணிதத்தில் வல்லரான்தலால் இயற்பியல் சார்ந்த ஈர்ப்புக் கோட்பாட்டினை அவரால் கணித்து உருவாக்க முடியவில்லை என்பது உண்மையே. ஆனாலும் ஈர்ப்புக் கோட்பாடு பற்றிய அடிப்படைச் செய்திகள் வெளி வந்ததில் தமக்கும் பங்குண்டு என அவரால் உரிமை கொண்டாடாமல் இருக்க இயலவில்லை.

பிரின்சிபியா என்பது உலகில் எழுதப்பட்ட சிறந்த நூல்களில் ஒன்றாகும். அது மூன்று பெரும்பகுதிகள் கொண்டது. முதல்பகுதி மூன்று இயக்க விதிகளையும், பல்வேறு விசைகள் பற்றிய விதிகளையும் விவரிக்கிறது. இரண்டாம் பகுதி பல்வகைப் பாய்மங்களில் நிகழும் இயக்கங்கள் பற்றிப் பேசுகிறது. மூன்றாவதும், மிகத் தலைமையானதுமான பகுதி நியூட்டனின் பொது ஈர்ப்புக் கோட்பாடு (theory of universal gravitation) பற்றி விளக்கம் தருகிறது. இது நீரில் ஏற்படும் அலைவு இயக்கம் உள்ளிட்ட புவியிலுள்ள பொருள்கள், விண்ணில் இயங்கும் பொருள்கள் போன்ற அனைத்து வகைப் பொருள்களின் இயக்கங்களையும் விளக்குவதாக

ஈர்ப்பு விசை உள்ளது எனக் கூறுகிறது. பேரண்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் இயக்க முறைகள் அனைத்திற்கும் நியூட்டன் விளக்கம் கண்டுவிட்டார் எனலாம். எஞ்சிய அவர்தம் வாழ்நாளில் அறிவியலில் அவர் ஆற்றி முடித்த அரும் பணிகளுக்கெனப் பரிசுகளும் பாராட்டுகளும் பெற்றபடி இருந்தார். அவர் கண்ட ஆய்வு முடிவுகளைத் தொகுத்துப் பிரின்சிபியா நூலில் சேர்த்தார். ஆனாலும் அவை அவரது முந்தைய பணிகளுக்கு ஈடாகும் அளவிற்க இருக்கவில்லை. அவர் தம் கணிதப் பேராற்றலைத் தொடர்ந்து தக்க வைத்திருந்தார். அவர்முன் எதிர்ப்பட்ட சிக்கலான கணக்குப் புதிர்களை உடனுக்குடன் விடுவித்து வந்தார்.

நியூட்டன் தனித்து இருக்கவே விரும்புவார். எவருடனும் மனம் விட்டுப் பழகவும் மாட்டார். கேம்பிரிட்ஜில் அவர் இருந்த அந்த நீண்ட காலத்தில் ஓர் உதவியாளரை மட்டும் வைத்துக் கொண்டு தாமாகவே ஆய்வுகளைச் செய்து வந்தார். அவர் அதிகமாகப் பாடம் சொன்னதும் இல்லை. அவருக்கு நண்பர்கள் சிலர் மட்டுமே இருந்தனர். சிறிதளவே உறங்குவதும், உண்பதும், ஓயாமல் உழைப்பதும் அவர் வழக்கமாயின. படிப்பதிலும், எழுதுவதிலும், குறிப்பு எடுப்பதிலும், அறையில் குறுக்கு நெடுக்குமாக நடப்பதிலும், வெளியில் உலவிவருதலிலும், ஆய்வு செய்வதிலும், தொடர்ந்து ஈடுபட்டு உணவை மறந்து, உறக்கத்தை நீத்து என்றும் தன் ஆய்வுத் திட்டங்கள் பற்றியே சிந்தித்துக் கொண்டிருந்தார். அவருக்குப் பொழுதுபோக்கு என்பது இயற்பியல் கோட்பாட்டுக்கும், கணக்கியலுக்கும் மாறி மாறித் தாவுதலிலேயே இருந்தது. அவர் காலத்திலிருந்தவர்கள் நியூட்டன் சிரித்ததில்லை; புன்னகைகூடப் பூத்ததில்லை என்றும் சொல்லியுள்ளனர்.

வளர்ந்து ஆளான நிலையிலும் நியூட்டனின் உடல் நலம் மிகவும் சீராகவே இருந்தது. அவர் சுறுசுறுப்பாகவே இருந்தார். எனினும், இருமுறையேனும் நரம்புத் தளர்ச்சிக்கு உட்பட்டார் எனத் தெரிகிறது. எனவே, மிக எளிதாக அமைதியிழக்கத் தொடங்கினார். அவர்தம் காலத்து உடனிருந்த ஹூக், லெபினிஸ், ஆங்கில வானநூல் அறிஞர் ஃபிளம்ஸ்டீட் போன்றோருடன் தம் கோட்பாடுகள் பற்றி நீண்ட விவாதங்கள் நடத்தினார்.

1682இல் நாடாளுமன்ற உறுப்பினர் ஆனார். 1696ஆம் ஆண்டில் நாணயச் சாலையின் காப்பாளராக (warden of the mint) பணியமர்த்தப்பட்டார். மூன்று ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் நாணயச் சாலையின் தலைவராக ஆனார். இறுதி நாள் வரை அப்பணியில் அவர் தொடர்ந்திருந்தார். 1705இல் நைட் (knight) பதவி பெற்றார். நியூட்டன் 1727ஆம் ஆண்டு மார்ச் 20ஆம் நாள் தம் 84ஆம் அகவையில் கின்ஸிடன் என்னுமிடத்தில் காலமானார்.

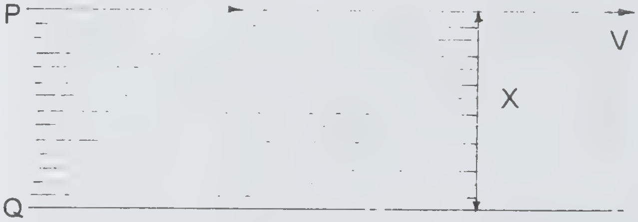
- கொ.சு. மகாதேவன்

- மு. மூர்த்தி

நியூட்டன் பாய்மம்

ஒரு பாய்மத்தில் ஒரு புள்ளியில் ஏற்படும் தகைவு (stress) அப்புள்ளியில் தோன்றும் திரிபு மாறுபாடு வீதத்திற்கு (rate of strain) நேர் விகிதத்தில் இருந்தால் அப்பாய்மத்தை நியூட்டன் பாய்மம் (Newtonian fluid) என்பர்.

நியூட்டன் பாய்மத்தின் பண்பினை ஹூக் விதிக்குட்பட்ட மீட்சியியல் திண்மத்திற்கு ஒப்பிடலாம். அவ்விதியின்படி, மீட்சி எல்லைக்குள் (elastic limit) ஒரு பொருள் பெறும் திரிபு, செயற்படுத்தப்படும் தகைவுக்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது எனலாம். அதாவது தகைவுக்கும் திரிபுக்குமுள்ள விகிதம் மாறிலியாகும்.



P, Q என்னும் இரண்டு தகடுகளுக்கிடையே ஒரு பாய்மம் மெதுவாகவும், சீராகவும் பாய்வதாகக் கொள்ளலாம். P-தகடு, V என்னும் திசைவேகத்தில் செல்வதாகவும், Q-தகடு அமைதி நிலையில் இருப்பதாகவும் கருதலாம். எனவே, Q-தகட்டை ஒட்டியுள்ள பாய்ம ஏடு (layer) அமைதி நிலையிலும் P-தகட்டை ஒட்டியுள்ள பாய்ம ஏடு V என்னும் திசைவேகத்திலும் P,Q இவற்றிற்கு இடைப்பட்ட பாய்ம ஏடுகள் இடைப்பட்ட திசைவேகங்களுடனும் செல்லும். எனவே, இரு பாய்ம ஏடுகளுக்கிடையே சார்பு திசைவேகம் உண்டாகிறது. பாய்மத்தின் பண்பினால் ஒரு புறவிசை செயல்படவில்லை என்றால், இவ்விரு பாய்ம ஏடுகளுக்கிடையேயுள்ள சார்புவேகம் குறையத் தொடங்குகிறது. இரு பாய்ம ஏடுகளுக்கிடையே உள்ள சார்பு வேகத்தைக் குறைக்க ஏற்படும் இப்பண்பு பாய்மத்தின் பாகுநிலை (viscosity) ஆகும். எனவே பாகுநிலை என்பது இரு பாய்ம ஏடுகளுக்கிடையேயுள்ள உராய்வு விசை (frictional force) ஆகும்.

பாகுநிலை விசை (F) தொடர்பு கொண்ட பாய்ம ஏடுகளின் பொதுப்பரப்பளவிற்கும் (A) அவற்றின் சார்பு திசைவேகத்திற்கு (V) நேர்விகிதத்திலும், பாய்ம ஏடுகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவுக்கு (x) எதிர்விகிதத்திலும் இருப்பதாய் நியூட்டன் கண்டறிந்தார்.

இதனை F=A (v/x) என்னும் சமனால் குறிக்கலாம். இங்கு η என்பது பாய்மத்தின் பாகியல் எண் u/x என்பது தொலைவைப் பொறுத்துத் திசைவேகம் மாறும் வீதத்தைக் குறிக்கிறது. இதனை திசைவேக வாட்டம் எனலாம்.

மேற்கூறிய சமனை, $\eta \frac{F/A}{V/X}$ என எழுதலாம்.

$$\text{பாகியல் எண்} = \frac{\text{தொடுவியல் தகைவு}}{\text{திசைவேக வாட்டம்}}$$

இச்சமனை,

$$\text{விறைப்புக் குணகம்} = \frac{\text{சறுக்குப் பெயர்ச்சித் தகைவு}}{\text{சறுக்குப் பெயர்ச்சிக் கோணம்}}$$

என்னும் சமனோடு ஒப்பிட்டு, ஒரு பாய்மம் ஓரளவு விறைப்புத் தன்மைப் பெற்று, சறுக்குப் பெயர்ச்சித் தகைவினால் தொடர்ச்சியாய்த் தகர்க்கப்படுகிறது எனக் கூறினார் மாக்ஸ்வெல். எனவே, ஒரு நீர்மத்தின் பாகுநிலை, ஒரு திண்மப்பொருளில் உண்டாகும் விறைப்பு எல்லையைக் குறிக்கும் எனலாம்.

பாய்மத்தில் இரண்டு ஏடுகளுக்கிடையே தோன்றும் சறுக்குப் பெயர்ச்சித் தகைவு (shearing stress) மாறிலியாகும். இதன் மதிப்பு η (v/x) ஆகும்.

- மூ.நா. சீனிவாசன்

நியூட்ரான்

மின்னூட்டம் அற்றதும் ஏறக்குறைய புரோட்டானின் நிறையைக் கொண்டதுமான ஓர் அடிப்படைத் துகள் நியூட்ரான் (neutron) ஆகும். ஓர் அணுக்கருவில் எதிர் மின்னூட்டங்கொண்ட எலெக்ட்ரானும் நேர் மின்னூட்டங்கொண்ட புரோட்டானும் ஒன்று சேர்ந்து மின் நடுநிலைத் துகள் ஒன்றை உருவாக்கக் கூடும் என 1920ஆம் ஆண்டு ரூதர்ஃபோர்டு முதன் முதலில் எடுத்துரைத்தார்.

1930ஆம் ஆண்டு போத்தே, பெக்கர் எனும் இரு ஜெர்மன் அறிவியலார் ஆல்ஃபாத் துகள் (alpha particle), பெரிலியம், போரான் போன்ற தனிமங்களைத் தாக்கும்போது ஊடுருவு ஆற்றல் மிக்க கதிர்வீச்சு ஒன்று வெளிப்படுவதைக் கண்டார். மின்னூட்டமற்ற இக்கதிர்கள் காமாக் கதிர்களாக (gamma rays) இருக்கலாம் என எண்ணினர். காரீயத்தில் இவை உட்கவரப்படும் அளவீடுகளைக் கொண்டு இக்கதிர்கள் ஆற்றல் மிக்கன என ஜோலியோவும் கியூரியும் கண்டனர். இக்கதிர் வீச்சு பாரஃபின் போன்ற ஹைட்ரஜன் நிறைந்த பொருள்களினின்று ஆற்றல் மிக்க புரோட்டான்களை வெளியேற்றுகின்றன என ஆய்வு மூலம் அறிந்தனர். மேலும் இவற்றின் ஆற்றல், தாக்குதலுக்கு உள்ளாகும் துகள்களின் நிறையைப் பொறுத்து மாறுபடுவது காணப்பட்டது. இது ஆற்றல் மற்றும் உந்தம் அழிவின்மை விதிகளுக்கு முரண்பாடானதாகும்.

1932ஆம் ஆண்டு சாட்விக் என்னும் அறிஞர், பொலோனியத்தினின்று வெளிப்படும் ஆல்ஃபாத் துகள்களைக் கொண்டு பெரிலியம் அணுக்களைத் தாக்கினால், புகுதிறன் மிக்க ஒரு கதிர்வீச்சு தோன்றக் கண்டார். மின்புலத்தாலோ, காந்தப்புலத்தாலோ சிறிதும் பாதிக்கப்படாத இக்கதிர்வீச்சு மின்னூட்டமற்ற காமாக் கதிர்களாக இருக்கலாம் என இவரும் முதலில் எண்ணினார். ஆனால் இக்கதிர்கள் மீயாற்றல் பெற்று விளங்கின. இப்பேராற்றல் காமாக் கதிர்களுக்கு இல்லையென்பதால் இக்கதிர்வீச்சு புதியதென அவர் கருதினார். புரோட்டான்களுக்குச் சமமான நிறையை உடைய ஆனால் மின்னூட்டமற்ற துகள்களாக இக்கதிர்களைக் கருதினால் கணக்கீடு சரியாய் வருவதைக் கண்டார். இந்நடுநிலைத் துகள்களுக்கு நியூட்ரான் எனப்பெயரிட்டார்.

ஆல்பாத் துகள் கொண்டு பெரிலியம் தாக்கப்படும் நிகழ்வை ${}_2He^4 + {}_4B^9{}_6 \dashrightarrow {}_6C^{12} + {}_0n^1$ என்னும் வினைச் சமனால் குறிக்கலாம். இங்கு ${}_0n^1$ என்பது நியூட்ரானைக் குறிக்கும்.

நிறை. முதன் முதலில் சாட்விக் நேரடி மோதல் (direct collision) முறையினால் நியூட்ரானின் நிறையைக் கணக்கிட்டார். முழு மீட்சியுறு இரு துகள்கள் ஒன்றையொன்று நேரடியாய் மோதும்போது, தாக்கப்படும் துகள் தாக்குகின்ற துகளின் திசையிலேயே இயக்கம் பெற்றிருக்குமாயின் அத்துகள் திசைவேகம் பெறும். ஆற்றல் மற்றும் உந்தம் அழிவின்மை விதிகளைக் கொண்டு இத்திசைவேகத்தைக் கணக்கிடலாம். திசைவேகத்தில் செல்லும் m_1 நிறையுள்ள ஒரு துகள், அமைதி நிலையில் இருக்கும் m_2 நிறையுற்ற மற்றொரு துகளை நேரடியாகத் தாக்குவதால் இரண்டாம் துகள் V திசைவேகம் பெறுகிறது எனக் கொண்டால்,

$$V = \frac{2m_1}{m_1+m_2} u$$ எனும் சமனால் குறிக்கலாம்.

சாட்விக், நியூட்ரானைத் தாக்கும் துகளாகவும் அமைதி நிலையில் இருக்கும் புரோட்டானைத் தாக்கப்படும் துகளாவும் கொண்டார். நியூட்ரானின் திசைவேகம், புரோட்டானின் பெரும் திசைவேகம், புரோட்டானின் நிறை ஆகியவற்றை அறிந்து, நியூட்ரானின் நிறையை மேற்குறிப்பிட்ட சமனைப் பயன்படுத்திக் கணக்கிட்டார். இக்கணக்கீட்டின்படி, நியூட்ரானின் நிறை 1.16 அணு நிறை அலகு எனக் கணக்கிட்டார். ஓர் அணுநிறை அலகு (அ.நி.அ.) என்பது 1.67495×10^{-27} கி.கி. நிறையாகும்.

டியூட்டிரான் சிதைவுறும் முறையிலும் (deutron decay method) நியூட்ரானின் நிறையை அறியலாம். ஆற்றல் மிக்க காமாக் கதிர்களைக் கொண்டு டியூட்டிரானைத் தாக்கி ஒரு புரோட்டானையும் ஒரு நியூட்ரானையும் பெறலாம். இதனை, ${}_1H^2 + hv \longrightarrow {}_1H^1 + {}_0n^1$ என்னும் வினைச்சமனால் குறிக்கலாம். இதற்குத் தேவைப்படும் காமாக் கதிரின் சிறும ஆற்றல் 2.20 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆகும். இவ்வாற்றலுக்கு இணையான நிறையின் மதிப்பு 0.00208 அ.நி.அ. ஆகும். டியூட்ரானின் நிறை 2.0141 அ.நி.அ. எனவும், புரோட்டானின் நிறை 1.0073 அ.நி.அ. எனவும் கொண்டால், நியூட்ரானின் நிறை 1.00888 அ.நி.அ. (= 2.0141 + 0.00208-1.0073) எனக் கணக்கிடலாம். இதுவே நியூட்ரானின் துல்லிய நிறையாகும்.

பெறப்படும் முறைகள். நியூட்ரான்கள் மின்னூட்டம் அற்றவையாதலால் அவை வளிமங்களில் அயனியாக்கம் (oinisation) செய்வதில்லை. எனவே, அவை ஊடுருவு ஆற்றல்மிக்கனவாய் விளங்குகின்றன. ஆல்ஃபாத் துகள்களை வீசக்கூடிய கதிரியக்கத் தனிமம் (radioactive element) மற்றொரு தனிமத்தைத் தாக்கினால்; அதனின்றும் நியூட்ரான்கள் வெளியேறும். காட்டாக, பொலோனியத்தையும், பெரிலியத்தையும் கலந்து ஒரு கலத்தில் வைத்தால் அது ஒரு நியூட்ரான் மூலமாக விளங்கும். பொலோனியத்தின் அரை வாழ்காலம் ஏறத்தாழ 140 நாள்களேயாகும். எனவே இக்கலவையினின்றும் வெளிப்படும் நியூட்ரான்கள் எண்ணிக்கை விரைவில் குறையத் தொடங்கும். துகள் முடுக்கிகளால் முடுக்கம் பெற்ற புரோட்டான்கள், டியூட்ரான்கள் போன்றவற்றை அணுக்கருக்கள் மீது மோதச் செய்து நியூட்ரான்களைப் பெறலாம்.

அணு உலைகளில் வெவ்வேறு திசைவேகம் கொண்ட நியூட்ரான்கள் பெறப்படுகின்றன. U^{235} போன்ற யுரேனிய ஓரிடத் தனிமத்தைக் (istope) குறைவேக நியூட்ரான்கள் கொண்டு தாக்கினால் அது இரண்டு தனிமங்களாய்ப் பிளந்து பேராற்றலையும் ஒரு சில நியூட்ரான்களையும் தோற்றுவிக்கும். இம்முறைக்கு அணுக்கருப் பிளவை (nuclear fission) எனப் பெயர்.

ஆய்வகங்களில் தற்போது அமெரிசியம் சிறந்த நியூட்ரான் மூலமாகப் பயன்படுகிறது. 458 ஆண்டுகள் அரை வாழ் காலம் கொண்ட இம்மூலம் நொடிக்கு ஏறக்குறைய 10^5 நியூட்ரான்களைக் கொடுக்கிறது.

லேசான தனிமங்களை ஃபோட்டான்கள் (photons) கொண்டு தாக்கினால், ஃபோட்டோ நியூட்ரான்கள் கிடைக்கின்றன. போலோனியம், ரேடியம் போன்ற கதிரியக்கத் தனிமங்களோடு டியூட்ரியம், பெரிலியம் போன்றவற்றை ஒருங்கிணைத்தால் நொடிக்கு ஏறத்தாழ 10^6 ஃபோட்டோ நியூட்ரான்களைப் பெறலாம்.

வகை. நியூட்ரான்கள் அவை பெற்றிருக்கும் ஆற்றலைப் பொறுத்துப் பல வகைப்படும். பொதுவாக 0-100 எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் கொண்ட நியூட்ரான்கள் குறைவேக நியூட்ரான்கள் எனவும், 100-100,000 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் கொண்ட நியூட்ரான்கள் நடுத்தர நியூட்ரான்கள் எனவும், இவற்றிற்கு மேற்பட்ட ஆற்றல் கொண்ட நியூட்ரான்களை உயர் ஆற்றல் நியூட்ரான்கள் எனவும் பிரிக்கப்படும். குறைவேக நியூட்ரான்களைக் குளிர் நியூட்ரான்கள் (cold neutrons), வெப்ப நியூட்ரான்கள் (thermal neutrons), ஒத்திசைவு நியூட்ரான்கள் (resonance neutrons) என மேலும் மூன்றாகப் பிரிக்கலாம். அணுக்கருப் பிளவின்போது தோன்றும் நியூட்ரான்கள் (fission neutrons) பிளவு நியூட்ரான்கள் எனப்படும்.

அளவும் அலைநீளமும். அணுவைப் போலவோ அணுக்கருவைப் போலவோ நியூட்ரானும் ஓர் அளவைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். நியூட்ரானின் அளவைக் காண அதன் டிபிராலி அலைநீளத்தைக் (De Broglie wave length) கணக்கிட வேண்டும். அலை எந்திரவியல் (wave mechanics) கொள்கைப்படி துகள் ஒன்றின் அலை நீளத்தை

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} \quad \ldots\ldots (1)$$

என்னும் சமனால் குறிப்பிடலாம். இங்கு h என்பது பிளாங் மாறிலி; $p = mv$ என்பது துகளின் உந்தம். துகளின் இயக்க ஆற்றலை $E = \frac{1}{2} mv^2$ என்னும் சமனால் குறிப்பிடலாம். எனவே, $mv^2 = 2E$

$$mv^2 = 2ME$$

$$mv = \sqrt{2ME} \quad \ldots\ldots (2)$$

மேற்காணும் இரண்டு சமன்களிலிருந்து $\lambda = h/\sqrt{2ME}$ ஆகும்.

இங்கு h= 6.624×10^{-34} ஜுல்-நொடி, m=1.675×10^{-33} கி.கி. எனவே, 0.025 எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் கொண்ட வெப்ப நியூட்ரான்களின் அலைநீளம் 1.82×10^{-10}மீ எனக் கணக்கிடலாம். ஒரு மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் கொண்ட நியூட்ரானின் அலை நீளம் ஏறத்தாழ 28.6×10^{-15} இருக்கும். இவ்வலை நீளம் நியூட்ரான் அணுக்கருவினுள் உள்ளமைக்கான சாத்தியக் கூறுகளை விளக்குகிறது. மேலும் வெவ்வேறு இயக்க ஆற்றல் கொண்ட நியூட்ரான்கள் வெவ்வேறு அலை நீளங்களைப் பெற்றிருக்கின்றன.

விளிம்பு விளைவு (diffraction). வெப்ப நியூட்ரான்களின் அலைநீளம் ஒரு படிக அணிக்கோவையின் (crystal latiice) தளங்களுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவுக்கு நிகராக உள்ளமையால், படிகங்களில் நியூட்ரானை வீழச்செய்து, எக்ஸ் கதிர்களைப் போன்று விளிம்பு விளைவு அல்லது கோட்டம் உண்டாக்க முடியும். படிகத் தளத்தின் அடுத்தடுத்த இரண்டு அடுக்குகளில் பட்டு எதிரொளிக்கப்படும் நியூட்ரான் கதிர்கள் 2d sin = nλ என்னும் பிராக் விதிக்கு (Bragg's law) உட்படுகின்றன. நியூட்ரானின் விளிம்பு விளைவுப் பண்பு படிகங்களின் கட்டமைப்பு ஆராய்ச்சியில் பயன்படுகிறது.

காந்தத்திருப்புத்திறன். ஓர் இரும்புத் தகடு வழியே நியூட்ரானைச் செலுத்தினால் அது அத்தகட்டை ஊடுருவிச் செல்லும். தகடு காந்தப்படுத்தப்பட்டால் நியூட்ரான் எண்ணிக்கை மாறுபடுகிறது. இரும்புத்தகடு காந்தபபடுத்தப்பட்டால் அதைச் சுற்றியுள்ள காந்தப்புலம் பாதிக்கப்படுகிறது. நியூட்ரான் எண்ணிக்கையில் தோன்றும் மாற்றம், அலைகள் இரும்பு அணுக்களால் பாதிக்கப்படுகின்றன என்பதைக் காட்டுகிறது. இம்மாறுபாடு உண்டாக, நியூட்ரான்கள் காந்தங்களாகச் செயல்பட வேண்டும்; எனவே, அவை காந்தத்திருப்புத்திறன் (magnetic moment) பெற்றிருக்க வேண்டும் என்பது உறுதியாகிறது.

நியூட்ரான் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுப் பல ஆண்டுகள் கழித்து, நியூட்ரானுடன் எதிர் மின்னூட்டங் கொண்ட, நியூட்ரானைவிட ஏழில் ஒரு பங்கு நிறையுடைய மெசான்கள் (mesons) என்னும் லேசான துகள் இணைந்திருப்பதாக யுகாவா என்னும் அறிவியலார் கூறினார். இந்த மெசான்களின் இயக்கம், நியூட்ரானைச் சுற்றியமையும் காந்தப் புலத்திற்குக் காரணம் எனலாம்.

தற்சுழற்சி. டியூட்ரியம் அடங்கிய மூலக்கூறுகளின் பட்டை நிறமாலை (band spectrum) அளவீடுகள், நியூட்ரான்கள் ஃபெர்மி-டிராக் புள்ளியியலைப் (Fermi-Dirac statistics) பின்பற்றுகின்றன என்பதை உறுதி செய்கின்றன. இப்புள்ளியியலைப் பின்பற்றும் துகளின் தற்சுழற்சியின் மதிப்பு ½ஆக இருக்கும். எனவே, நியூட்ரானின் தற்சுழற்சியும் ½ ஆகும். காந்த ஆடிகளில் (magnetic mirrors) நியூட்ரானின் எதிரொளிப்பு இம்மதிப்பை உறுதி செய்கிறது.

முனைவாக்கம். நியூட்ரான்கள் காந்தங்களாய் அமைவதால், அவை ஒளியைப் போன்று முனைவாக்கம் (polarisation) பெறுகின்றன. நியூட்ரான் கற்றை ஒன்றிலுள்ள வெவ்வேறு திசைகளை நோக்கியுள்ள தற்சுழற்சித் திசையன்களை (spin vectors) ஒரே திசையை நோக்கி இருக்குமாறு செய்யலாம். இவ்வகை நியூட்ரான்கள் முனைவாக்கம் பெற்ற நியூட்ரான்கள் எனப்படும்.

கதிரியக்கம். நியூட்ரான் ஒரு தனித்துகளாய் நிலைத்திருப்பதில்லை. β கதிரியக்கத்தினால், அது எலெக்ட்ரானாகவும், புரோட்டானாகவும் மாறக்கூடும் என அறிவியலார் கருதினர். தனித்த நியூட்ரான், 12.8 நிமிடம் அரை வாழ் காலம் கொண்ட ஓர் உமிழி என அவர்கள் உறுதிப்படுத்தினர். எனவே நியூட்ரான், கதிரியக்கம் கொண்ட ஒரு துகள் என்பது புலனாகிறது.

உள்ளமைப்பு. இன்று வரை, நியூட்ரானின் உள்ளமைப்புப் பற்றித் தெளிவாகத் தெரியவில்லை என்றாலும், நியூட்ரானின் மின்னூட்டமற்ற நடுக்கருவைச் சுற்றி நேர் மின்னூட்டங்கொண்ட மெசான்களும் எதிர் மின்னூட்டங்கொண்ட மெசான்களும் சம அளவில் அமைந்து எதிரெதிர்த் திசைகளில் சுற்றுகின்றன என்னும் கருத்து, நியூட்ரானின் நிகர மின்னூட்டம் சுழியாய் இருப்பதையும், மெசான்கள் விளைவிக்கும் காந்த விளைவுகள் நியூட்ரானின் காந்தத் தன்மைக்குக் காரணமாய் இருப்பதையும் தெளிவாக்குகிறது.

உணர் முறைகள். பொதுவாக ஒரு மின்னூட்டத் துகளை அது தோற்றுவிக்கும் அயனியாக்கத்தைப் (ionisation) பயன்படுத்திக் கண்டுணர உதவும் கைகர் எண்ணி (Geiger counter), முகிற்காலம் (Cloud chamber) போன்றவற்றால் அறியலாம். ஆனால், நியூட்ரான்கள் மின்னூட்டம் அற்றவை என்பதால் மேற்கூறிய முறைகளால் அவற்றைக் கண்டுணர முடியாது. ஆனால், பருப்பொருள், அணுக்கரு ஆகியவற்றுடன் அவை நிகழ்த்தும் இடையீட்டு வினைகளால் (interactions) தோன்றும் துணை விளைவுகளைக் கொண்டு அவற்றைக் கண்டுணரலாம். காட்டாக, நீரிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்களை நியூட்ரான் கொண்டு தாக்கினால் நேர்மின்னூட்டம் கொண்ட புரோட்டான்கள் வெளியேறுகின்றன. மேற்கூறிய கருவிகளைப் பயன்படுத்தி இவற்றைக் கண்டுணரலாம்.

பிளவுக் கலன் (fission chamber), சுடர்ப் பொறிக் கலன் (spark chamber), குமிழ்க் கலன் (bubble chamber) போன்ற கருவிகைளக் கொண்டும் நியூட்ரான்களைக் கண்டுணரலாம்.

- மூ.நா. சீனிவாசன்

நியூட்ரான் - எதிர் நியூட்ரான் அலைவுகள்

நியூட்ரான் ஒன்று, நியூட்ரான் நிலைக்கும் எதிர் நியூட்ரான் நிலைக்கும் மாறி மாறி மாற்றம் பெறுவதே நியூட்ரான்-எதிர் நியூட்ரான் (neutron antineutron oscillations) அலைவுகள் ஆகும்.

அடிப்படைத் துகள்கள் பங்கு பெறும் வினைகளில் துகள்களுக்கிடையே ஏற்படும் மோதல்களாலோ அவற்றின் சிதைவினாலோ புதிய துகள்கள் உருவாகும் நிகழ்ச்சிகளும் அமைகின்றன. அத்தகைய நிகழ்ச்சிகள் ஆற்றல் உந்தம், நிறை மற்றும் மின்னூட்ட அழிவின்மை போன்ற அழிவின்மை விதிகளைத் தவிர மேலும் இரு புதிய அழிவின்மை (conservation of baryons and leptons) விதிகளுக்கும் உட்படுவனவாகத் தோன்றியது. அவை பேரியான் அழிவின்மை மற்றும் லெப்டான் அழிவின்மை விதிகளாகும். பேரியான் அழிவின்மை விதிப்படி அடிப்படைத் துகள்கள் பங்கு பெறும் நிகழ்ச்சிகளில் நிகழ்ச்சிக்கு முன்னும் பின்னும் பேரியான்களின் எண்ணிக்கைக்கும் உள்ள வேறுபாடு மாறிலியாகும்.

1907ஆம் ஆண்டில் பேரியான் அழிவின்மை விதிக்கு முரண்பட்டமையையும் நியூட்ரான்-எதிர் நியூட்ரான் (n, -π) அலைவுகளும் பிற நிகழ்ச்சிகளும் இருப்பதற்கான வாய்ப்பையும் வி.ஏ. குஸ்மியான் என்பார் எடுத்துரைத்தார். 1979ஆம் ஆண்டில் எஸ்.எல். கிளாஷோ என்பார் வலிந்த, மெலிந்த மற்றும் மின்காந்தச் செயலெதிர்ச் செயல்களை (strong, weak and electro-magnetic interactions) ஒன்றிணைக்கும் கொள்கைகள் தொடர்பாக இத்தகைய கருத்துக்குப் புத்துயிரூட்டினார். இக்கொள்கைகள் பேரியான் அழிவின்மை விதிக்குப் புறம்பான நிகழ்ச்சிகளை ஏற்கவே செய்தன. நியூட்ரான்-எதிர்நியூட்ரான் அலைவுகள் 106 ஜிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட் (Gev) அளவிலான நிறையைக் கொண்ட துகள்கள் மூலமாக நடைபெறக்கூடும் என எடுத்துரைத்தார். அத்தகைய துகள் $W\pm$ மற்றும் Z^o போசான்களின் (bosons) நிறைக்கும் (10^2 Gev) மேற்கூறப்பட்ட மூன்று செயலெதிர்ச் செயல்களையும் ஒன்றிணைக்கும் துகள்களின் நிறைக்கும் (10^{15} Gev) இடைப்பட்ட நிறையைக் கொண்டிருக்கும். (n, -n) அலைவுகளைக் காண்பதற்கான முயற்சி, இன்னும் பல ஆண்டுகளுக்குத் துகள் முடுக்கிகளால் பெற முடியாத மிக அதிக ஆற்றல்களைப் பற்றி விளக்கக் கூடும்.

அணுக்கரு ஒன்றினுள் அலைவுறும் நியூட்ரான்கள் அவ்வப்போது π மெசான்களை (mesons) வெளியிட்டு அழிவுறக்கூடும். இத்தகைய நிகழ்ச்சியும் புரோட்டான் சிதைவும் பருப்பொருளின் நிலையாமைக்கு வழி வகுப்பனவாகும். இத்தகைய நிகழ்ச்சியில் புரோட்டான்களின் வாழ்காலத்தை (τm) மதிப்பிடுவதன் மூலம் கூட்டுறா நியூட்ரான்களுக்குரிய அலைவுகளுக்கான அலைவு நேரத்தை $\tau nn = \tau_m n\pi^2/4\pi\, m^2$ என்னும் தொடர்பின் மூலம் பெறலாம். இங்கு M என்பது ஒரு நியூக்ளியானின் நிறை; h என்பது பிளாங்க் மாறிலியாகும். புரோட்டானின் வாழ் காலமான ஏறத்தாழ 31 ஆண்டுகள் என்னும் இப்போதைய அளவைக் கருத்திற் கொண்டால் $\tau n\bar{n}$இன் மதிப்பு 10^7 நொடிகளுக்கு மேல் அமைகிறது.

மேற்கூறிய தொடர்பைவிட மேலும் துல்லியமான தொடர்புகள் பெறப்பட்டிருப்பினும் பருப்பொருளின் வாழ் காலத்திலிருந்து பெறப்படும் $\tau n\bar{n}$ க்கான மறைமுக மதிப்பீடுகள் கட்டுறா நியூட்ரான்களைக் கொண்டு பெறப்படும் நேரடி மதிப்பீடுகளுக்கு மாற்றாக அமையவில்லை. கட்டுறா நியூட்ரான்கள் முறையில் மந்த நியூட்ரான்களின் செறிவு மிக்க கற்றை ஒன்று வலிமை குறைக்கப்பட்ட புவிக்காந்தப்புலம் அமைந்த வெற்றிடப் பகுதி ஒன்றில் முடிந்த அளவு நீண்ட நேரத்திற்கு அமையுமாறு தக்கதோர் இலக்கை நோக்கிச் செலுத்தப்பட்டு அங்கு எதிர் நியூட்ரான் அழிவைக் காண்பதற்கான முயற்சி மேற்கொள்ளப்படுகிறது.

பிரான்ஸ் நாட்டைச் சேர்ந்த கிரநோபிளில் (Grenoble) அமைந்த லவே-லாங்கவின் கழகத்திலுள்ள (Laue-Langavin institute) உயர் பாய (flux) அணு உலையில் 10^{-7} டெஸ்லாவுக்கும் (tesla) குறைவான காந்தப்புலத்தில் 0.03 நொடி செல்நேரம் கொண்டதும் நொடிக்கு 10^9 மந்த நியூட்ரான்கள் அளவில் அமைந்ததுமான நியூட்ரான் கற்றையைப் பயன்படுத்தி மேற்கொள்ளப்பட்ட அளவீடுகள் $\tau n\bar{n}$க்கு 10^6 நொடிக்கும் மேலான சிறும மதிப்பை அளித்தன. அதே அணு உலையில் மேலும் துல்லியமான சோதனைகளைக் கொண்டு 10^8 முதல் 10^9 நொடி அளவிலான சிறும மதிப்பைப் பெற முடியும் எனவும் நம்பப்படுகிறது. இத்தகைய சோதனைகளில் காஸ்மிக் கதிர்கள் முக்கிய இடர்ப்பாடாக அமைகின்றன.

- ரா. நாகராஜன்

நியூட்ரான் ஒளியியல்

நியூட்ரான் நுண்ணிமப் பண்பும் அலைப் பண்பும் பெற்றிருக்கிறது. உயராற்றல் கொண்ட நியூட்ரான் பருப் பொருளுடன் (matter) இடையீட்டுவினை (interaction) செய்யும்போது, அது துகள் பண்பு பெற்றிருக்கிறது. அதன் ஆற்றல் குறையும்போது அதன் அலைப் பண்பு மேலோங்கி நிற்கிறது. இவ்வலைப் பண்பினால் தோன்றும் சிதறல் (scattering), குறுக்கீட்டு விளைவு (interference), விளிம்பு விளைவு (diffraction) போன்ற விளைவுகளைப் பற்றி நியூட்ரான் ஒளியியல் (neutron optics) விளக்குகிறது.

வெப்ப நியூட்ரான்களின் அலை நீளம் (wave length), எக்ஸ் கதிர்களின் அலைநீளத்தை ஒத்திருப்பதால், பொதுவாய் நியூட்ரான் ஒளியியல் சோதனைகளை ஒத்திருக்கிறது. எனவே ஒளி மற்றும் எக்ஸ் கதிர்களைப் போன்று பல பொருள்களில் நியூட்ரான்களுக்கான விலகல் எண்ணைக் (refractive index) காண முடியும். நியூட்ரான் விலகலில் கட்டத் திசைவேகத்துக்குப் (phase velocity) பதில், குழுத் திசைவேகம் 'Vg' (group velocity) பயன்படுத்தப்பட்டு அதன் அலைநீளம் $\lambda = h/mv_g$ என்னும் சமனால் குறிக்கப்படுகிறது. இங்கு 'h' என்பது பிளாங்க் மாறிலி; mv_g என்பது நியூட்ரானின் உந்தம் (momentum) ஆகும்.

சமதளங்களில் விழும் நியூட்ரான்கள் ஒளியைப் போன்று எதிரொளிக்கப்படுகின்றன. படிகங்களில் சிதறடிக்கப்பட்டு விளிம்பு விளைவை ஏற்படுத்துகின்றன. ஆனால் நியூட்ரான்களுக்கான சிதறல் தொடர்புகள் ஒளிச் சிதறலுக்குள்ளவற்றைவிடச் சிக்கல் வாய்ந்தவை. நியூட்ரான்கள் பெற்றிருக்கும் காந்தத்திருப்புத் திறனால் (magnetic moment) முனைவாக்கம் (polarisation) உண்டாகிறது.

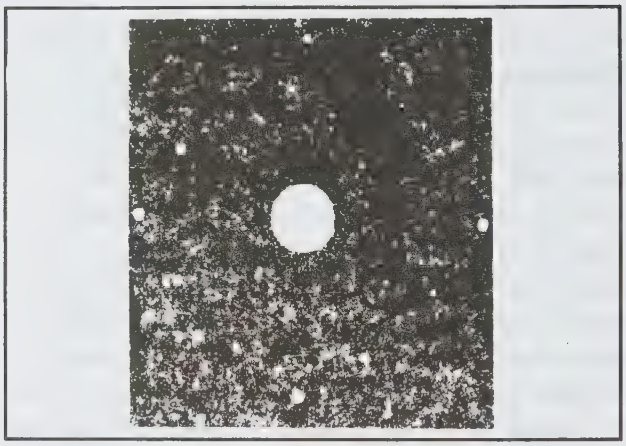
- மு.நா. சீனிவாசன்

நியூட்ரான் விளிம்பு விளைவும் சிதறலும்

திண்ம, நீர்ம, வளிமப் பொருள்களிலுள்ள அணுக்களால் சிறதடிக்கப்பட்டு (scattering), நியூட்ரான்கள் பாதை விலக்கம் அடைகின்றன. இதற்கு நியூட்ரான் விளிம்பு விளைவு (neutron diffraction) எனப்பெயர். சிதறடிக்கப்படும் நியூட்ரான்கள் ஒன்றோடொன்று மோதித் தோற்றுவிக்கும் குறுக்கீட்டு விளைவின் (interference) மூலம் நியூட்ரான் விளிம்பு விளைவைக் கண்டுணரலாம்.

எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விளைவும் நியூட்ரான் விளிம்பு விளைவும். நியூட்ரான் விளிம்பு விளைவை, எலெக்ட்ரான் விளிம்பு விளைவு மற்றும் எக்ஸ் கதிர் விளைம்பு விளைவு போன்றவற்றோடு ஒப்பிடலாம்; என்றாலும், இவ்விரண்டிற்கும் முக்கிய வேறுபாடுகள் உண்டு. எக்ஸ் கதிர்கள் புற எலெக்ட்ரான்களால் சிதறடிக்கப்படுகின்றன. ஆனால், நியூட்ரான்கள் அணுக்கருக்களால் (nuclei) சிதறடிக்கப்படுகின்றன. எக்ஸ் கதிர்களின் விளிம்பு விளைவுத் திறன் தனிமத்திலுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தது. எனவே, தனிமத்துக்குத் தனிமம் விளிம்பு விளைவுத் திறன் மாறுபடும். ஆனால், கனமான தனிமத்திற்கும் லேசான தனிமத்திற்குத் தனிமம் விளிம்பு விளைவுத் திறன் ஏறத்தாழ ஒன்றேயாகும். எக்ஸ் கதிர்ச் சிதறல் ஓர் அணு நிகழ்ச்சி. நியூட்ரான் சிதறல், நியூட்ரான் சுழற்சியைப் பொறுத்து அணுக்கருச் சுழற்சி அமைந்திருப்பதைச் சார்ந்தது. ஆனால், எக்ஸ் கதிர்ச் சிதறல் அணுச் சுழற்சியைச் சாராமல் எலெக்ட்ரானின் சுழற்சியை மட்டுமே சார்ந்தது. இவ்வாறு பல வேறுபாடுகள் இருந்தாலும், குறைவேக நியூட்ரான் விளிம்பு விளைவு, எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விளைவைப் பெரிதும் ஒத்திருப்பதால், எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விளைவுக் கொள்கையைச் சில மாறுதல்களுடன் நியூட்ரான் விளிம்பு விளைவை விளக்கப் பயன்படுத்தலாம்.

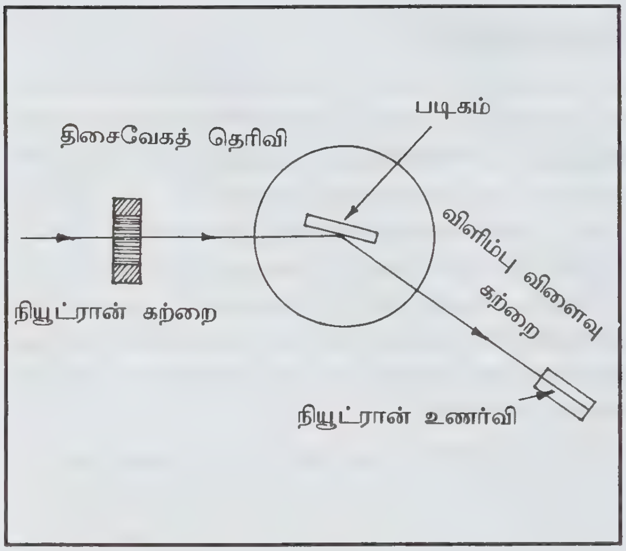
நியூட்ரான் விளிம்பு விளைவுச் சோதனைகள். நியூட்ரான்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நாள் முதற்கொண்டு அவற்றின் அலைப் பண்புகள் ஆராயப்பட்டு வந்தன. ஆற்றலுக்குத் தக்கவாறு பல வகை நியூட்ரான்களின் அலை நீளங்கள் டி பிராக்லி வாய்பாட்டிலிருந்து $\lambda = h/p = h/mv$ பெறப்பட்டன. இவ்வலைப் பண்பினால், நியூட்ரான்கள் விளிம்பு விளைவு பெற வேண்டும் என அறிஞர்கள் கருதினர். அணு உலைகளிலிருந்து பெறப்படும் வெப்ப நியூட்ரான்களின் அலை நீளம், ஒரு படிக அணிக்கோவையின் (crystal lattice) தளங்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவினை ஒத்திருப்பதால், படிகங்களைக் கொண்டு நியூட்ரான் விளிம்பு விளைவைத் தோற்றுவிக்கலாம். வெப்ப நியூட்ரான்களை ஒருங்கிணைத்து ஒரு தனிப்படிகத்தின் மீது விழச் செய்தால், அவை விளிம்பு விளைவடைகின்றன. விளிம்பு விளைவுற்ற நியூட்ரான் கற்றைகளின் புகைப்படம் படம் 1இல் உள்ளவாறு லவ்வே புள்ளிகளைக் (laue spot) கொண்டிருக்கும். இது எக்ஸ் எதிர்க் கோட்டத்தினால் தோன்றும் லவ்வே புள்ளிகளைவிடச் சிறந்ததாய் விளங்குகிறது. ஒரு திசைவேகத் தெரிவி (velocity selector) மூலம் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட குறிப்பிட்ட இயக்க ஆற்றல் கொண்ட



லவ்வே புள்ளிகள்

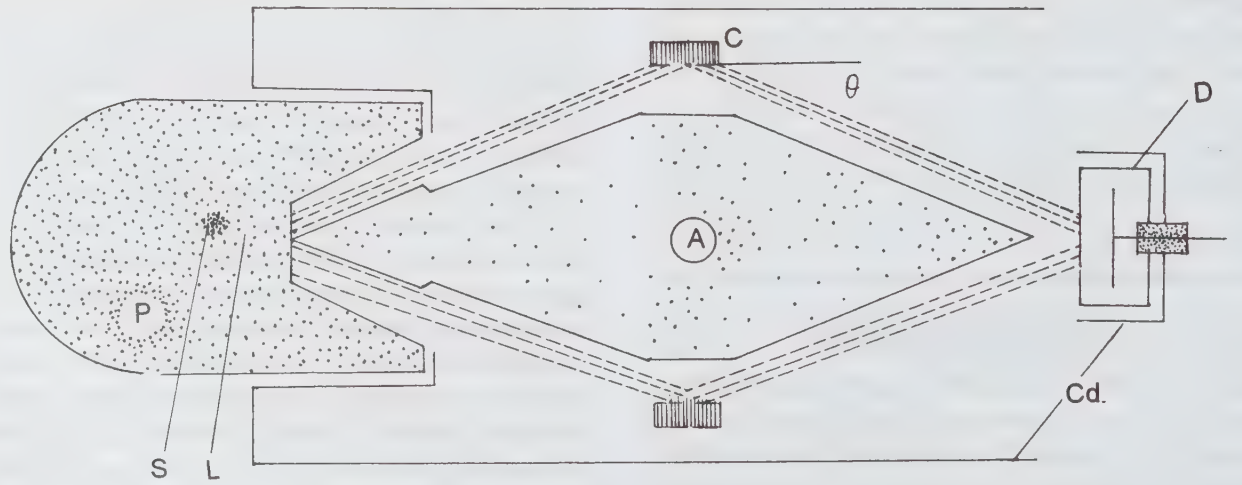
நியூட்ரான் கற்றை ஒரு படிகத்தில் வீழ்ந்து, எதிரொளிக்கப்பட்டு நியூட்ரான் உணர்கருவி மூலம் கண்டுணரப்படுகிறது. (படம் 2)

பிராக் விதியின்படி, $2d \sin\theta = n\lambda$ ஆகும். இங்கு d என்பது அணிக்கோவைத் தளங்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு ஆகும். λ நியூட்ரான்களின் அலைநீளத்தையும், θ என்பது தளத்திற்கும் நியூட்ரான் படும் திசைக்கும் இடைப்பட்ட கோணத்தையும் குறிக்கின்றன. n-ன் மதிப்பு 1,2,3... போன்ற முழு எண்கள் ஆகும். பிராக் விதியைப் பயன்படுத்தி 'd'இன் மதிப்பைக் கணக்கிட்டு, படிகத்தின் மில்லர் எண்களைக் (Miller indices) கண்டுபிடிக்கலாம். இவை படிகத்தின் அகச் சீரமைப்பைக் (internal symmetry) காண உதவுகின்றன.



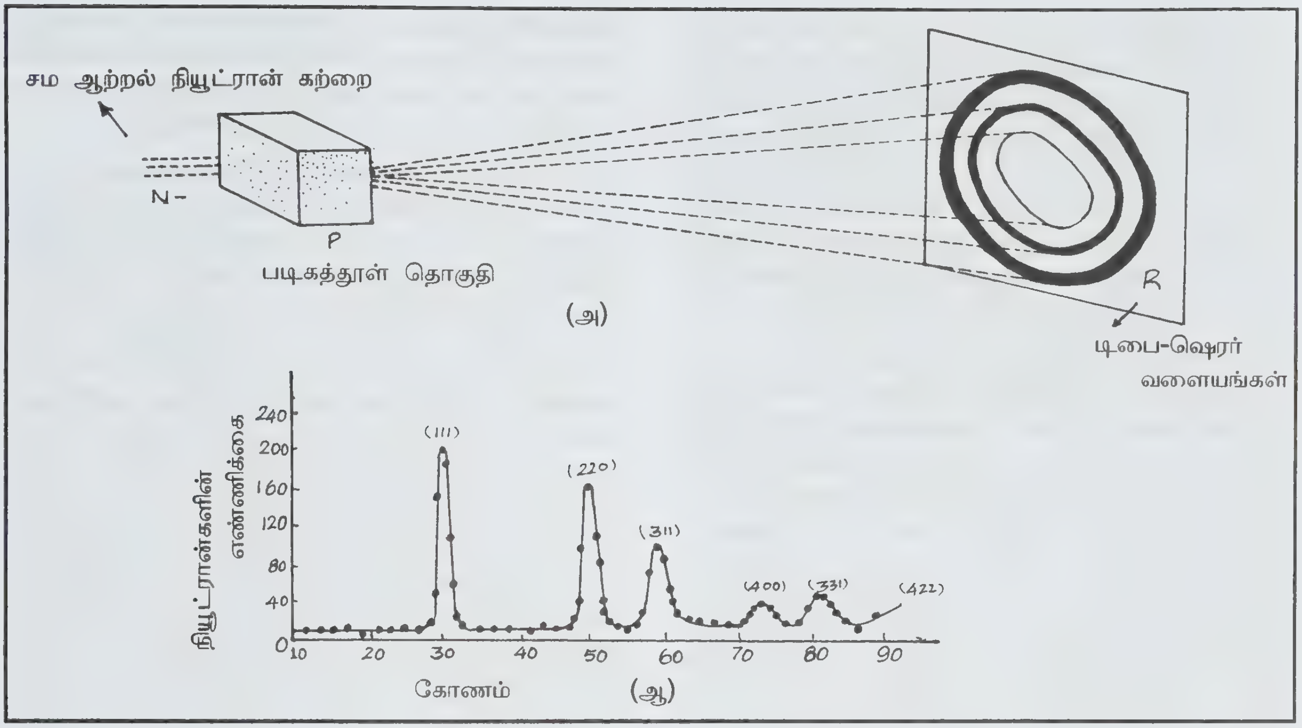
1936ஆம் ஆண்டு மிட்செல், பவர்ஸ் என்னும் அறிஞர்கள் மக்னீசிய ஆக்சைடு படிகங்களில் நியூட்ரான்கள் பிராக் எதிரொளிப்புக்கு உட்படுவதைச் சோதனை மூலம் நிறுவினர். இச்சோதனை படம் 3இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

டிபியூப்-ஷெரர் (Dubye-scherrer) முறையில், படிகத்தைத் தூள் வடிவிலோ பலபடிக வடிவிலோ பயன்படுத்தலாம். சம ஆற்றல் கொண்ட நியூட்ரான்கள், ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் சிதறடிக்கப்படுகின்றன. இச்சோதனை படம் 4(அ)இல் விளக்கப்பட்டுள்ளது. வைரத் தூளின்

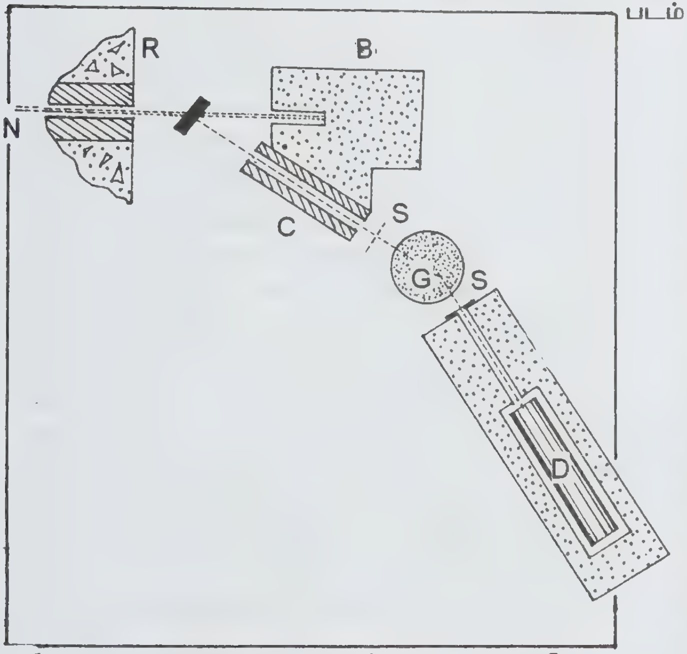


A-உட்கவர் பொருள், மக்னீசிய ஆக்சைடு ஒற்றைப் படிகங்களைக் கொண்ட வளையம், S-நியூட்ரான் மூலம், P-பாராஃபின், கண்டுணர் கருவி, காட்மியக் கவசம், θ -பிராக் கோணம்.

படம் 3. ஒற்றைப் படிகங்களில் நியூட்ரான்களின் பிராக் பிரதிபலிப்பை நிகழ்த்திக்காட்ட மிட்ச்செல், பவர்ஸ் ஆகியோரால் பயன்படுத்தப்பட்ட அமைப்பு.



படம் 4



படம் 5. படிகவியல் நியூட்ரான் மாலை அளவி

(powdered diamond) நியூட்ரான் கோட்ட வரைவி படம் 4(ஆ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒற்றைப் படிகத்தைத் தயாரிப்பதைவிடப் படிகத்தூளைத் தயாரிப்பது எளிது. மேலும் படிகத்தூளால் சிதறடிக்கப்பட்ட நியூட்ரான் கற்றை செறிவுமிக்கதாயிருக்கும்.

வளிமங்களில் நியூட்ரான் கோட்டத்தை ஆராய்வதற்கான மாற்றியமைக்கப்பட்ட படிகவியல் நியூட்ரான் மாலை அளவி படம் 5-இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. நீர்மமாக்கப்பட்ட வளிமங்களின் ஆராச்சியிலும் நியூட்ரான் விளிம்பு பண்பு பெரிதும் பயன்படுகிறது.

நியூட்ரான் விளிம்பு விளைவுச் சிதறல் கொள்கை. நியூட்ரான் அலை நீளம் படிகங்களின் அணுவிடைத் தொலைவின் அளவாக இருக்கிறது. படிகத்திலுள்ள ஒவ்வோர் அணுக்கருவும் கோளாக அலையைத் (spherical wave) தோற்றுவிக்கும் சிதறல் மையமாகச் (scattering centre) செயல்படுகிறது. சிதறடிக்கப்பட்ட அலைகள் சில திசைகளில் ஒத்த கட்டங்களில் அமைந்து ஆக்கக் குறுக்கீடுகளை (constructive interference) விளைவிக்கின்றன. மற்றைய திசைகளில் அழிவுக் குறுக்கீடுகளைத் (destructive interference) தோற்றுவிக்கின்றன. எனவே, அத்திசைகளில் நியூட்ரான் சிதறல் இல்லையெனக் கருதலாம். சிதறல் பிராக் விதிக்கு உட்பட்டால், அதனை ஓரியல் சிதறல் (coherent scattering) எனலாம். இச்சிதறல் ஒரு குறிப்பிட்ட முகப்பரப்பு (cross-section) அல்லது வாய்ப்பு கொண்டது. இவ்வோரியல் சிதறல் முகப்பரப்பை σ_{coh} எனக் குறிக்கலாம்.

வெப்பவியல் இயக்கம் பெறாமலும், அணுக்கருச் சுழற்சியைச் சாராமலும் ஒரேயோர் ஐசோடோப் மட்டும் கொண்ட படிகம் தோற்றுவிக்கும் சிதறல், ஓரியல் சிதறல்

என வரையறுக்கப்படுகிறது. பல ஐசோடோப் கொண்ட படிகம் விரவல் சிதறலைத் (diffuse scattering) தோற்றுவிக்கும். அப்படிகத்தின் முழுச் சிதறல் முகப்பரப்பை (total scattering) $\sigma=\sigma_{coh}+\sigma_I+\sigma_S+\sigma_T$ எனக் குறிப்பிடலாம். இங்கு $\sigma_I, \sigma_S, \sigma_T$ முறையே ஐசோடோப், சுழற்சி மற்றும் வெப்பவியல் ஆகியவற்றின் பயனாய் விளையும் விரவல் சிதறல் முகப்பரப்புகளைக் குறிக்கும். ஐசோடோப் சிதறல், எக்ஸ் கதிர்ச்சிதறல் நிகழ்வதில்லை. நியூட்ரான் சிதறலில் மட்டும் தோன்றுகிறது என்பது இங்குக் குறிப்பிடத்தக்கது.

நியூட்ரான் சிதறலும் விலகல் எண்ணும். நியூட்ரான்கள், எக்ஸ் கதிர்களைப் போன்று சிதறடிக்கப்படுகின்றன என்னும் உண்மை, அவற்றிற்கான பொருளின் விலகல் எண் (refractive index) உண்டு என்னும் கருத்தை நிலைநாட்டுகிறது. μ என்பது நியூட்ரான் ஒரு படிகத்தில் தோற்றுவிக்கும் விலகல் எண்ணைக் குறித்தால், பல படிகத்தளங்களில் நியூட்ரான் எதிரொளிப்புப் பற்றிய சோதனைகளில் (μ-1) இன் மதிப்பு 10^{-6} என்னும் அளவில் உள்ளதெனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. பல தனிமங்களுக்கு μ-இன் மதிப்பு ஒன்றைவிடக் குறைவாகவும், சில தனிமங்களுக்கு ஒன்றைவிட மிகுதியாகவும் இருப்பது காணப்பட்டது.

படிகக் கட்டமைப்பு. படிகத்திலுள்ள சிதறல் புள்ளிகளின் சிதறல் திறன் படிகக் கட்டுமானத்தில் பெரும்பங்கு கொள்கிறது. நியூட்ரான்கள் மின்னூட்டம் அற்றவையாதலால் அணுவைச் சுற்றியுள்ள எலெக்ட்ரான்களால் அவை யாதொரு மாற்றத்திற்கும் ஆளாவதில்லை. எனவே அலைகள் அணுக்கருக்களால் மட்டுமே சிதறடிக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய அணுக்கருச் சிதறல் அணுக்கரு விசைப் புலத்தைப் பற்றி அறிய முடிகிறது. பலவகைச் சோதனைகள் மூலம் அணுக்கருச் சிதறல் முகப்பரப்புகளை அளக்கலாம். இவ்வளவீடுகள் நியூட்ரான் சிதறலுக்கும், எக்ஸ் கதிர்ச் சிதறலுக்கும் உள்ள வேறுபாட்டை விளக்குகின்றன. எக்ஸ் கதிர்ச் சிதறல் முகப்பரப்பு, அணுக்களிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்துச் சீராக மாறுபடுகிறது. ஆனால், நியூட்ரான் சிதறல் முகப்பரப்பில் அத்தகைய வேறுபாடு தோன்றுவதில்லை. எனவே, எக்ஸ் கதிர்கள் மூலம் அறிந்துகொள்ள முடியாத படிகக் கட்டமைப்பை நியூட்ரான் சிதறல் மூலம் தெரிந்து கொள்ளலாம். காட்டாக, ஒரு பனிக்கட்டிப் படிகத்தை எடுத்துக் கொள்ளலாம். அதில் ஆக்சிஜன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் மூலம் தோன்றும் சிதறலைக் கண்டுணர முடியாது. ஆனால் கனப் பனிக்கட்டியின் (heavy ice) மீது நியூட்ரான் வீழ்ந்து சிதறடிக்கப்படும்போது, அதிலுள்ள டியூட்ரியம் (deutrium) அணுக்களின் சிதறல் முகப்பரப்பும் ஆக்சிஜன் அணுக்களின் சிதறல் முகப்பரப்பும் ஏறத்தாழ ஒன்றாய் உள்ளமையால் படிகத்தின் உள்ளமைப்பை ஆய்ந்துணரலாம்.

பிராக் எதிரொளிப்பின் பல வரிசைகளில் ஒப்புச் செறிவை அளவிடுதல் மூலமும், படிகத் தளங்களில் பல தொகுப்புகளிலிருந்து எதிரொளிக்கப்பட்ட நியூட்ரான் கற்றைகளின் ஒப்புச் செறிவை அளவிடுதல் மூலமும் அணுக்களின் கட்டமைப்பை வரையறுக்கலாம்.

காந்தப் பொருள்களில் நியூட்ரான் விளிம்பு விளைவு. பல ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, அறிஞர்கள் எக்ஸ் கதிர்க் கோட்டத்தைக் கொண்டு காந்தப் பொருள்களின் உள்ளமைப்பை ஆராய முற்பட்டனர். ஆனால், தேவையான காந்தச் செயலீடுகளை அவர்களால் அளவிட முடியாமையால் இம்முயற்சி வெற்றிபெறவில்லை. நியூட்ரான்கள் தற்சுழற்சியும் (spin) இதன் தொடர்புடைய காந்தத் திருப்புத் திறனும் (magnetic moment) பெற்றிருக்கின்றன. எனவே மின்காந்தம் பொருள்களின் தன்மையை ஆராய முடிகிறது. நியூட்ரான் காந்தத் திருப்புத் திறன், காந்த அணுக்களின் தற்சுழற்சித் திருப்புத் திறனோடு உண்டாக்கும் இடையீட்டு வினைகளால் பலவகைப்பட்ட காந்த நிகழ்வுகளைப் பற்றி அறிய இயலுகிறது. மேலும், ஒரு பொருளிலுள்ள தனித்தனி அணுக்களின் காந்தத் திருப்புத்திறனின் மதிப்பையும், திசையையும் அறியலாம்.

ஃபெர்ரோ காந்த (ferro magnetic) மற்றும் எதிர் ஃபெர்ரோ காந்தப் (anti-ferro magnetic) பொருள்களின் காந்த அமைப்புகளைப் பற்றி விரிவாய் அறிய நியூட்ரான் விளிம்பு விளைவு பண்பு பெரிதும் பயன்படுகிறது. ஒரு ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருளிலுள்ள அணுக்களின் தற்சுழற்சிகள் சீராகவும் காந்த ஈர்ப்புப் பொருளில் (para magnetic) அவை பல திசைகளை நோக்கியும் உள்ளன. எனவே, ஃபெர்ரோ காந்த மற்றும் எதிர் ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருள்களில் காந்தத் திருப்புத்திறன் சீராக ஒரே திசையை நோக்கியும், மாங்கனீஸ் போன்ற காந்த ஈர்ப்புப் பொருள்களில் காந்த அச்சுகள் பல திசைகளை நோக்கியும் உள்ளன எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

நியூட்ரான்களின் அணுக்கருச் சிதறல் வீச்சுகள் (amplitudes) அணு எண்ணைப் பொறுத்துச் சீராக மாறாத காரணத்தால் எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விளைவை விடச் சிலவகை வேதியியல் கட்டமைப்பை (chemical structure) நியூட்ரான் விளிம்பு விளைவு மூலம் சிறந்த முறையில் அறுதியிடலாம்.

நியூட்ரான் விளிம்பு விளைவு ஓர் அணுக்கரு நிகழ்வு என்பதால், ஒரு குறிப்பிட்ட தனிமத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட பண்பை ஆராய இயலவில்லையென்றால், அதற்குப் பதில் செறிவுமிக்க அதன் ஐசோடோப்பைப் பயன்படுத்தலாம். இதன் சிதறல் சிறப்பியல்புகள் முழுமையாய் மாறுபட்டிருக்கும். வேதிப் படிகவியலில் (chemical crystallography) முக்கியமாகக் கனமான மற்றும் லேசான அணு எண் கொண்ட கூட்டுப் படிகங்களின் அமைப்பைக் காண நியூட்ரான் விளிம்பு விளைவுப் பண்பு பயன்படுகிறது. ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் கொண்ட சேர்மங்களின் (compounds) அமைப்பை அறிய நியூட்ரான் விளிம்பு விளைவு பயன்படுகிறது.

மீட்சியுறா நியூட்ரான் சிதறல் (inelastic neutron scattering) மூலம் படிக அணுக்களில் தோன்றும் வெப்ப அதிர்வுகளைப் (thermal vibrations) பற்றி அறியலாம். குறைந்த ஆற்றல் கொண்ட நியூட்ரான்கள் செயலீட்டால், ஃபோனான்கள் (phonons) எனப்படும் இத்தகைய அணிக்கோவை அதிர்வு குவாண்டத்தைத் (lattice vibration quantum) தோற்றுவிக்கவோ அழிக்கவோ முடியும். இத்தகைய அளவீடுகளால் படிகத்தின் நேர்குத்து அதிர்வுகளை (normal vibrations) நேரடியாய்க் கணக்கிடலாம். இவை சோதனை மூலம் அணுக்கருக்கிடையே உள்ள விசைகளைப் பற்றிக் கண்டறிய உதவுகின்றன.

அணுக்கருவில், புரோட்டான், நியூட்ரான் இடையீட்டுச் செயல்களைப் (interactions) பற்றி நன்கு அறிந்துகொள்ள நியூட்ரான் சிதறல் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

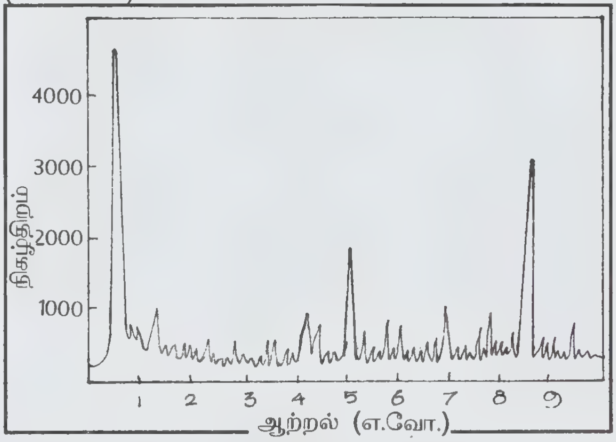
நியூட்ரான் விளிம்பு விளைவு மூலம், பாய்மங்களின் (fluids) மூலக்கூறு அமைப்பை நன்கு அறிந்துகொள்ளலாம். தற்போது, நியூட்ரான்களின் காந்தவியல் விளிம்பு விளைவைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளும் அதன் பயன்களும் நன்கு வளர்ந்து வருகின்றன.

- மூ. நா. சீனிவாசன்

துணைநூல். J.B. Rajam, *Atomatic Physics*, S. Chand & Company 1984; இரா. நாகராஜன், *நியூட்ரான் இயற்பியல்*, தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1973.

நியூட்ரான் நிறமாலையியல்

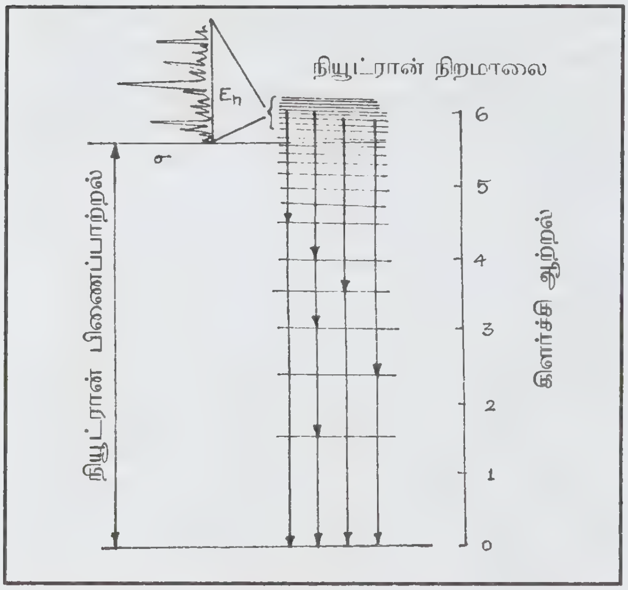
ஓர் அணுக்கருவை ஆராய நியூட்ரானே மிகவும் சிறந்ததாக விளங்குகிறது. இதற்குக் காரணம், நியூட்ரான் நடுநிலை மின் துகளாக உள்ளமையால் மின்காந்த விலக்கம் இன்றி மிக எளிதாக அணுக்கருவைச் சென்றடைவதேயாகும். நியூட்ரானைக் கொண்டு அணுக்கருவைத் தாக்கிக் கிளர்வுறச் செய்து கிளர்ச்சி நிலைகளை ஆய்ந்தறிந்து அணுக்கருவின் பண்புகளைக் கண்டறியும் ஆய்வுமுறைகள் பொதுவாக நியூட்ரான் நிறமாலையியல் (neutron spectroscopy) எனப்படும். நியூட்ரான் மற்றும் அணுக்கருத் துகளுக்குக்கிடையேயான இடையீட்டுச் செயலின் வலிமை, தாக்குந் துகளான நியூட்ரானின் ஆற்றலையும், தாக்கப்படும் அணுக்கருவின் கட்டமைப்பையும் பொறுத்துள்ளது. தாக்கும் நியூட்ரான் குறிப்பிட்ட ஆற்றலுடையதாக இருக்கும்போது, குறிப்பிட்ட அணுக்கரு ஒன்று அதனுடன் ஏற்படுத்தும் இடையீட்டுச் செயல் மிகவும் வலிமையாக இருக்கும். இத்தகைய ஆற்றல் சார்ந்த வலிமை வினைகளை, ஒத்ததிர்வு வினை (resonance) என்பர்.



படம் 1

ஒரு குறிப்பிட்ட வினை நிகழ்வதற்குரிய வாய்ப்பைப் புலப்படுத்துகிற வினை வலிமை (strength of interaction) தாக்கப்படும் ஓர் அணுக்கரு, தாக்குந் துகளான நியூட்ரானுக்கு அளிக்கக்கூடிய பயன்தருவினைக் குறுக்குப் பரப்பைக் (effective cross-sectional area) குறிப்பிடக்கூடியதாக அமையும். பொதுவாக இத்தகைய வினைக் குறுக்குப் பரப்பைப் பான் (barn) (1பான்=10^{-28} மீட்டர்^{2} என்னும் அலகாலும், σ என்னும் குறியீட்டாலும் குறிப்பிடுவர். எனவே நிகழ்திறம் மிக்க வினைகள் வலிமையானவை எனக் கருதலாம். நியூட்ரானின் வெவ்வேறு ஆற்றல்களில் (0.01-10 எலெக்ட்ரான் வோல்ட்) அணு எண் 91 உம் நிறை எண் 231 உடைய புரோட்ராக்டினியமும் (protractinium) வெவ்வேறு வலிமையுடன் வினையில் ஈடுபடும் என்பதைப் படம் 1 தெளிவாகப் புலப்படுத்தும். நியூட்ரான் ஒரு நடுநிலை மின் துகளாக உள்ளபோதும், அதன் ஆற்றலை எலெக்ட்ரான் வோல்ட் அலகில் குறிப்பிடுவர். நியூட்ரான் நிறமாலை 10^{-3}-10^{3} எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரையுள்ள நீண்ட ஆற்றல் நெடுக்கையை உள்ளடக்கியதாக இருக்கும்.

அணுக்கருவின் கட்டற்ற, கட்டுற்ற ஆற்றல் நிலைகள். ஒத்ததிர்வின் ஒவ்வொரு நிலையும் அணுக்கரு மற்றும் தாக்கு நியூட்ரான் இணைந்த கூட்டு அணுக்கருவின் (compound nucleus) கட்டற்ற கிளர்ச்சி நிலையே ஆகும். இந்நிலையில் கிளர்ச்சி ஆற்றல் (excitation energy) என்பது தாக்கும் நியூட்ரான் எடுத்துச் செல்லும் ஆற்றல் மற்றும் அது அணுக்கருவோடு மோதி அதிலுள்ள அணுக்கருத் துகள்களுடன் சேரும்போது அதற்குரிய பிணைப்பாற்றல் (binding energy) (இது அணுக்கருவிற்கு ஏற்ப 4-11 மி.எ.வோ. நெடுக்கைக்குள் இருக்கும்)



படம் 2

ஆகியவற்றின் கூடுதலாகும். ஒரு நியூட்ரான் ஓர் அணுக்கருவோடு சேரும்போது அதன் மின்னூட்டம் மாற்றம் பெறுவதில்லை. ஆனால் அதன் நிறை எண் ஓரலகு அதிகரிக்கிறது. கூட்டு அணுக்கரு பெற்றிருக்கும் பல்வேறு ஆற்றல் நிலைகளை உற்று நோக்கினால், அதன் அடிமட்ட ஆற்றல் நிலைக்கு அருகில் அமைந்துள்ள இரண்டு ஆற்றல் நிலைகளுக்கிடையேயான வேறுபாடு 10^4 - 10^6 எ.வோ. என்னும் நெடுக்கையில் காணப்படுவதும், புரோட்ராக்டினியம் -232 போன்ற கனமான கூட்டு அணுக்கருக்களில் நியூட்ரான் பிணைப்பாற்றலான, ஏறக்குறைய 5.5 மி.எ. வோல்ட்டுக்கும் (Mev) சற்றே கூடுதலான கிளர்ச்சி ஆற்றல் கொண்டுள்ள கிளர்ச்சி நிலைகள் 1 எ.வோல்ட்டுக்கும் குறைவான ஆற்றலுடன் விலகி இருப்பதும் தெரிய வரும். இவ்வாறு குறுகிய இடைவெளியுடன் கூடிய கிளர்ச்சி நிலைகளை இனங்கான வேண்டுமானால், நியூட்ரான் ஆற்றலைப் பகுத்துணரக் கூடிய உணர்வு நுட்பம், ஆற்றல்நிலை இடைவெளிகளை விடக் குறைவாக இருக்க வேண்டும். இது தாழ் ஆற்றலுடைய நியூட்ரான்களில் இயலுவதாக இருக்கும்.

இன்றைக்கு நியூட்ரான் நிறமாலை மட்டுமே, அணுக்கருவின் கட்டற்ற கிளர்ச்சி நிலை பற்றிய விவரங்களைத் தரக்கூடியதாக உள்ளது. நிறை எண் தாழ்ந்த (A≤40) லேசான அணுக்கருக்களில், கிளர்ச்சி நிலைகளின் இடைவெளி கிலோ எலெக்ட்ரான் வோல்ட் அளவில் இருக்குமென்பதால், அவற்றின் ஒத்ததிர்வு நிலைகளைப் பல மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் அளவுள்ள நியூட்ரான் ஆற்றல் வரை இனங்கண்டு கொள்ள முடியும். நியூட்ரானின் பிணைப்பாற்றலுக்குக் குறைவான ஆற்றல்களில் உள்ள கூட்டணுவின் கட்டுற்ற கிளர்ச்சி நிலைகளைப் பற்றிய விவரங்களை அதன் காமாக் கதிர் நிறமாலை மூலம் கண்டறியலாம். நியூட்ரானை ஒத்ததிர்வு வினையால் உட்கவர்ந்து கொண்ட அணுக்கரு, கட்டற்ற கிளர்ச்சி நிலையிலிருந்து கட்டுற்ற கிளர்ச்சி நிலைக்கு மாற்றம் பெறும்போது உமிழும் காமாக் கதிர்களைப் பகுத்தாராய்ந்து இதைச் செய்ய முடியும்.

மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் நெடுக்கையில், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றலை மட்டும் கொண்டுள்ள ஓரின நியூட்ரான்களைக் கொண்டு அணுக்கரு இலக்குகளைத் தாக்கி, மீட்சியிலாச் சிதறலுக்கு (inelastic scattering) உள்ளாக்கி, அதன் ஆற்றல் நிறமாலையையும் பெறலாம். அணுக்கருக் கிளர்ச்சி நிலையின் ஆற்றல் என்பது, தாக்கு மற்றும் சிதறலுக்கு உள்ளாகும். நியூட்ரானின் ஆற்றல் வேறுபாடே ஆகும். ஒரு குறிப்பிட்ட ஆற்றலுள்ள தாக்கும் நியூட்ரான், அதன் ஆற்றலைவிடத் தாழ் ஆற்றலுள்ள அணுக்கரு ஆற்றல் நிலைகளை மட்டுமே கிளர்ச்சியூட்டவல்லதாகும். அப்போது சிதறும் நியூட்ரானின் ஆற்றல், தாக்கும் நியூட்ரானின் ஆற்றலுக்கும், அணுக்கருக் கிளர்ச்சி நிலை ஆற்றலுக்கும் உள்ள வேறுபாடாகும். அணுக்கருவின் தாழ் ஆற்றல் நிலைகளைப் பற்றிய விவரங்களை, நியூட்ரானின் மீட்சியிலாச் சிதறலுக்குப் பிறகு, கிளர்வுற்ற அணுக்கரு, கிளர்ச்சி நீக்க வழிமுறையின்போது (de excitation) உமிழும் காமாக் கதிர்களின் ஆற்றல், செறிவு இவற்றை அளவிட்டறிந்து தெரிந்து கொள்ளலாம்.

நியூட்ரான் வினைகளும் ஒத்ததிர்வு உறுப்புகளும். ஓர் அணுக்கரு வினையைத் தாக்குந் துகள், உமிழ் துகள்களால் குறிப்பிடுவர். நியூட்ரான் நிறமாலைக்கு மிகவும் பயனுள்ள அணுக்கரு வினைகள், மீட்சி மோதல்

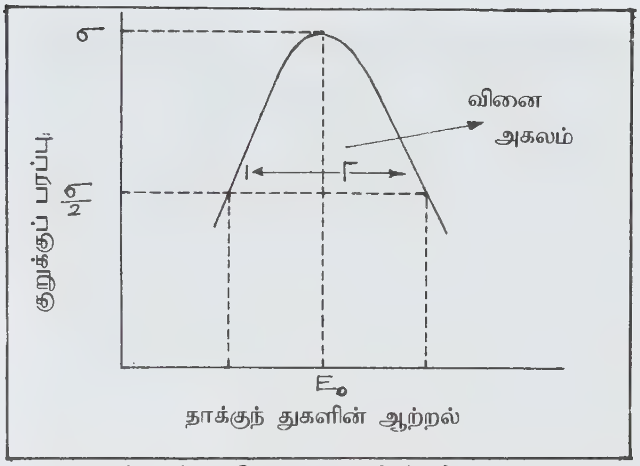
(n,n) மீட்சியிலா மோதல் (n,n'), காமாக் கதிர் உமிழ் உட்சுவர் வினை (radiative capture) (n, γ), அணுக்கருப் பிளப்பு (n,f) மற்றும் (n,p), (n,α), (n,d) போன்ற மின்னூட்டத் துகள் உமிழ் வினைகள் (n,2n), (n,np) போன்ற தொடர் துகள் உமிழ் வினைகள் (Sequential decay) போன்றவையாகும். (காண்க: அணுக்கரு வினைகள்.)

அணுக்கரு-நியூட்ரான் ஒத்ததிர்வு வினைகளை ஆய்ந்து கண்டறிந்த புள்ளி விவரங்களை விளக்குவதற்கு ஏற்றவாறு, தக்க சமன்பாடுகளைக் கொள்கை வாயிலாக நிறுவ முடியும். ஏறக்குறைய ஒளியின் நிறப்பிரிகைக் கொள்கைக்கு (dispersion theory) இணையான ஒரு கொள்கையைப் பிரெய்ட், விக்னர் ஆகியோர் இணைந்து நிறுவினர். ஒத்ததிர்வு வினைகளை அறிந்து கொள்வதற்கு இவர்களுடைய கொள்கையே இன்றைக்கு மிகவும் பயனுடையதாக உள்ளது. இக்கொள்கையிலிருந்து ஒத்ததிர்வு வினைகளைக் கட்டுப்படுத்தக்கூடிய இயற்பியல் உறுப்புகளை (physical parameters) நிறுவி வரையறுத்துக்கொள்ள முடியும். ஒத்ததிர்வு வினை ஆற்றல் (resonance energy) வரைபடத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட வினைநிகழும் உயர் வாய்ப்பினைக் குறிப்பிடும் வினை அகலம் (reaction width) இது போன்ற பல்வேறு வினைகளின் அகலம்-அணுக்கருப் பிளப்பு வினை அகலம், மொத்த வினை அகலம் போன்றவை சில இயற்பியல் உறுப்புகளாகும். ஒத்ததிர்வு ஆற்றல் என்பது குறிப்பிட்ட தாக்குந் துகளின் ஆற்றலில், வினையின் நிகழ்திறம் எது மிகுந்துள்ளதோ அவ்வாற்றலே ஆகும். ஒரு குறிப்பிட்ட வினையின் வினை அகலத்தை அவ்வினை நிகழ்வதற்குரிய குறுக்குப் பரப்பைக் கொண்டு மதிப்பிடுவர். வினை அகலம் என்பது குறுக்குப் பரப்பு பாதியாக இருக்கும்போது, வினை நிகழ் திறனைக் குறிப்பிடுகின்ற தாக்குந் துகளின் ஆற்றல் இடைவெளியாகும்.

மேலும், ஒத்ததிர்வு வினைக்குக் காரணமான தாக்கும் நியூட்ரானின் கோண உந்தம் (angular momentum) கூட்டு அறக்கரு பெறுகின்ற ஆற்றல் நிலையின் தற்சுழற்சி இவற்றையும் கண்டறியலாம். மிகக் குறுகிய வினை அகலத்துடன் கூடிய ஒத்ததிர்வு வினைகளுக்கு வினை அகலம் (எ.வோ. அலகில்) $\leq$ 0.05

$$\sqrt{E_0} \text{ (எ.வோ. அலகில்)}$$

அமையும். அப்போது, தாக்கப்படும் அணுக்கருவின் வெப்ப இயக்கம் காரணமாக எழும் டாப்ளர் பெயர்ச்சியைக் (Doppler shift) கருத்திற்கொள்ள வேண்டும்.



நியூட்ரான் வினை நிகழ்திறம். குறிப்பிட்ட வினைக்குரிய குறுக்குப் பரப்பை அளவிடுதல் என்பது, குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில் உள்ள தாக்கும் நியூட்ரான்களால் தாக்கி, எத்தனை எண்ணிக்கையில் அக்குறிப்பிட்ட வினை நிகழ்கின்றது என்பதை அளவிடுவதேயாகும். நியூட்ரான் கற்றையால் ஓர் அணுக்கருவைத் தாக்கும்போது, அனைத்து வகையான அணுக்கரு-நியூட்ரான் வினைகளின் வாய்ப்புக் குறைவாக இருக்குமெனில், ஓரலகு பரப்பில் (பான் அலகில்), ஓரலகு நேரத்தில் i என்னும் குறிப்பிட்ட வினையின் எண்ணிக்கையை $n\upsilon(Nx)\sigma$;என்று குறிப்பிடலாம். இதில் $n\upsilon$ என்பது நியூட்ரானின் பாயச் செறிவாகும். (ஓரலகு நேரத்தில் ஓரலகு நேர்குத்துப் பரப்பில் விழும் நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை). N என்பது ஓரலகு கனபரிமாணத்தில் உள்ள அணுக்கரு இலக்குகளின் எண்ணிக்கை; x என்பது நியூட்ரான் பாயத் திசையில் அணுக்கரு இலக்கின் தடிப்பு; σ_i என்பது அக்குறிப்பிட்ட வினைக்கு ஓர் அணுக்கரு இலக்கத்திற்கான குறுக்குப் பரப்பாகும். அனைத்து வினைகளின் வாய்ப்புகள் குறைவாக இராமலிருந்தால், விழும் கற்றையின் செறிவு eஇன் ஓர் அடுக்கில் தாழும். இதை $e^{-Nx}\sigma^T$ என்று குறிப்பிடுவர். இதில் Nx என்பது விழும் கற்றைக்கு நேர்குத்தான ஓரலகு பரப்பிலுள்ள தாக்கப்படும் அணுக்கருக்களின் எண்ணிக்கையாகும். σ_T என்பது அணுக்கரு-நியூட்ரான் வினைகளின் மொத்தக் குறுக்குப் பரப்பாகும். எனவே σ_Tஇன் மதிப்பை,

$$\sigma_T = \frac{-\log_e(\text{ஊடு கடத்துந்திறம்})}{Nx}$$

என்னும் சமன்பாட்டிலிருந்து பெறலாம்.

பல்வேறு வினைகளுள் ஒரு குறிப்பிட்ட வினைக்குரிய பகுதி வினைக் குறுக்குப் பரப்பைக் (partical cross

section) கண்டறிய விரிவான நுட்பமிக்க கருவிகளின் அமைப்புத் தேவைப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக மீட்சி மோதலின் வகையீட்டு வினைக் குறுக்குப் பரப்பைக் (differential cross section) கண்டறிய, தாக்கும் நியூட்ரானுக்கு வெவ்வேறு கோணத்திசைகளில் சிதறும் கோணச் சார்புறு நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கையை அளவிட்டறிய வேண்டும். மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் நியூட்ரான்கள் சிதறும்போதும் அவற்றுள் சில தன்னாற்றலை இழந்து மீட்சியிலாச் சிதறலை ஏற்படுத்தலாம். மீட்சியிலா நியூட்ரான் சிதறலின் ஆற்றல் நிறமாலையைக் கண்டறிந்தும், கிளர்வுற்ற அணுக்கரு உடன் உமிழும் காமாக் கதிர்களின் ஆற்றல் மற்றும் செறிவு இவற்றைக் கண்டறிந்தும் மீட்சியிலாச் சிதறலின் குறுக்குப் பரப்பை மதிப்பீடு செய்யப் பல வகையான ஆய்வு முறைகள் இன்றைக்குப் பின்பற்றப்படுகின்றன.

நியூட்ரான் நிறமாலையியல் ஆய்வு வழிமுறைகள். நியூட்ரான் நிறமாலையை இருவேறு வழி முறைகளால் பெற முடியும். முதலாவது கடக்கும் காலமறியத் (time of flight) துடிப்பலை நியூட்ரான் கற்றையைப் பயன்படுத்தும் வழிமுறையாகும். இதில் பல்வேறு ஆற்றலுடைய நியூட்ரான்களை உமிழும் மூலம் பயன்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட இடைவெளியை அந்த நியூட்ரான்கள் கடக்கும் காலமறிந்து அதன் வேகம் கணக்கிடப்படுகிறது. இவ்வழிமுறை மூலம் 10^{-3} எ.வோ. முதல் 200 மி.எ.வோ. ஆற்றலுடைய நியூட்ரான்களைத் தனித்து இனங்கண்டு கொள்ளலாம். இரண்டாவது, ஒரு குறிப்பிட்ட ஆற்றலுடைய ஒரின நியூட்ரான் கற்றையைப் பயன்படுத்தும் வழிமுறையாகும். இந்த நியூட்ரான்களின் ஆற்றலை ஒரு நுண்ணிய குறிப்பிட்ட ஆற்றல் அளவே மாற்றிக் கொள்ள முடியும். இத்தகைய ஒரின நியூட்ரான்கள் 10 எ.வோ. -10 கிலோ எ.வோ. நெடுக்கையில் இல்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

கடக்கும் காலமறி நியூட்ரான் நிறமாலை அளவி. பெரும்பாலான நியூட்ரான் வினைக் குறுக்குப் பரப்பின் அளவீட்டிற்குக் கடக்கும் காலமறி நியூட்ரான் நிறமாலை அளவியே (time of flight neutron spectrometer) இன்றைக்கு மிகுதியும் பயன்படுகிறது. இதில் செறிவான சிறுசிறு நியூட்ரான் கற்றையை உமிழக்கூடிய நியூட்ரான் மூலமும், நியூட்ரானின் இயக்க வேகத்தை அளவிட நுட்பமான ஒரு கடக்கும் இடைவெளியும் இருக்கும். எவ்வினைக்குரிய வினைக்குறுக்குப் பரப்பை அளவிட்டறிய வேண்டுமோ அதற்கு ஏற்றவாறு பல்வேறு $\log_e$ துகள் காணிகள் (particle detectors) அவ்விடைவெளியின் எல்லையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். நியூட்ரான் கற்றையின் உமிழ் காலம் 10^{-5}-10^{-9} நொடிக்குள்ளும், கடக்கும் இடைவெளி 1-1000மீ. தொலைவிற்குள்ளும் அமைத்துக் கொள்வர். கடக்கும் காலமறி நியூட்ரான் நிறமாலை அளவியின் பகுதிறன் (resolution) 1மீ. தொலைவிற்கு 10^{-6}-10^{-9} நொடி என்னும் அளவில் இருக்கும். ஆற்றல் உணர்வு நுட்பம் ($\Delta E/E$), $2\Delta t/t$ ஆகும். இதில் Δt என்பது நியூட்ரான் கற்றையின் கால இடைவெளி (time withdraw) மற்றும் துகள் காணியின் உணர்வுறு காலம் இவற்றின் கூடுதலாகும். t என்பது நியூட்ரான் அவ்விடைவெளியைக் கடக்கும் காலமாகும். (t மைக்ரோ நொடி அலகில்). இது 72.3 x பாதை நீளம் (மீட்டர் அலகில்) $\sqrt{Eo}$ (எ.வோ. அலகில்) என்பதற்குச் சமமாகும். அடுத்தடுத்த இரு நியூட்ரான் கற்றைகளுக்கிடையேயான கால இடைவெளி, கடக்கும் தொலைவு, துகள் வடிப்பான்கள் இவற்றை முறையாகத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். அப்போதுதான் முதல் கற்றையில் உள்ள தாழ்வேக நியூட்ரான்களுக்கும், அடுத்துச் செல்லும் கற்றையில் உள்ள உயர் வேக நியூட்ரான்களுக்கும் குறுக்கீடு எதுவும் இராதிருக்கும். கணிப்பொறி போன்ற பன்னிலை விவரச் சேமிப்பு வழிமுறைகளைப் பயன்படுத்தி நியூட்ரான் நிறமாலையின் முழு விவரத்தையும் ஓரளவு துல்லியமாகப் பெறலாம்.

இவ்வழிமுறைக்குத் தேவையான நியூட்ரான் கற்றைகளைத் துகள் முடுக்கிகளைக் கொண்டு, தக்க அணுக்கரு வினைகளை ஏற்படுத்திப் பெறுகின்றனர். தாழ்வாற்றல் நியூட்ரான்களை, முடுக்கியிலிருந்து வரும் நியூட்ரான் கற்றையின் இயக்கப் பாதையில் 2 செ.மீ. தடிப்புள்ள தக்க மட்டுப்படுத்தியை வைத்துப் பெறுகின்றனர். தாழ்வாற்றல் நியூட்ரான்கள் இவ்வழிமுறைக்கு மிகவும் ஏற்புடையனவாக விளங்குகின்றன. இதன் மூலம் நியூட்ரான் வினைக் குறுக்குப் பரப்பை 0.01-200 மி.எ.வோ. ஆற்றல் நெடுக்கையில் துல்லியமாகக் கண்டறிய முடியும்.

ஒரின ஆற்றல் நியூட்ரான் நிறமாலை அளவி. செறிவு மிக்க தாழ்வாற்றல் நியூட்ரான் கற்றையைப் பெறுவதற்குச் சீரான நுண்ணிய நியூட்ரான் கற்றையின் பாதையில் படிக வடிப்பான்களைப் (crystal monochromator) பயன்படுத்துவதே மிகச் சிறந்த வழி ஆகும். இதனால் 10 எ.வோ. ஆற்றல் நெடுக்கையில் தாழ்வாற்றல் நியூட்ரான்களை ஆற்றல் வேறுபாடு 1 சதவீதத்திற்கும் குறைவாக இருக்குமாறு பெற முடியும். இதற்குத் தேவையான உயர் வேக நியூட்ரான்களை அணு

உலையிலிருந்து பெறுகின்றனர். பெர்லியம், செம்பு அல்லது ஈயம் போன்ற ஓரின உலோகப் படிக அச்சுகளை, நியூட்ரானின் இயக்கப் பாதையில் முறையாக வைத்தால், விட்டுவிட்டுள்ள ஆற்றல் நிலைகளில் E என்னும் ஆற்றலுடன் கூடிய நியூட்ரான்கள், படிகத்தளத்தால் மீட்சிச் சிதறலுக்கு உள்ளாகி, $2/\theta$ என்னும் கோணத்தில் அவை விலகிச் செல்கின்றன. பிராக் விதிப்படி $n\lambda=2d\sin\theta$ ஆகும். இதில் n என்பது நியூட்ரான் விலக்கத்தின் வரிசை எண்ணாகும். λ என்பது விழும் நியூட்ரானின் டிபிராக்லி $\lambda = h/p$ அலைநீளமாகும். p என்பது நியூட்ரானின் உந்தமெனில், அதன் டிபிராக்லி அலைநீளம் $\lambda = h/p$ ஆகும். d என்பது குறிப்பிட்ட படிகத் தளங்களுக்கிடையேயான இடைவெளியாகும். θ என்பது படிகத்தளத்திற்கும், விழும் நியூட்ரான் கற்றைக்கும் இடைப்பட்ட படு கோணமாகும். நியூட்ரானின் டிபிராக்லி அலைநீளத்தை அதன் ஆற்றலிலிருந்தும் பெற முடியும். E என்பது நியூட்ரானின் ஆற்றல் (எ.வோ. அலகில்) எனில் அதன் டிபிராக்லி அலை நீளம் $0.286 \times 10^{-8}/\sqrt{E}$ ஆகும். படிகத்தளத்தை மாற்றி, விலக்கமுற்றுச் செல்லும் நியூட்ரான் கற்றையின் ஆற்றலை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு மாற்றிக் கொள்ள முடியும். இதற்காகப் படிகத்தை அதன் நிலையில் சிறு சுழற்சிக்கு உட்படுத்துவர். பல அருமண் தனிமங்கள் (rare earths) மற்றும் கனமான தனிமங்களின் அணுக்கருக்களின் நியூட்ரான் நிறமாலையை 10 எ.வோ. நெடுக்கையில் கண்டறிய இவ்வகை நியூட்ரான் நிறமாலை அளவிகள் பயன்படுகின்றன.

பயன்பாடு. பல வகையான அணுக்கருக்களின் நியூட்ரான் வினையின் குறுக்குப் பரப்பை அளவிட்டு வினையின் நிகழ்திறத்தை மதிப்பிட்டுள்ளனர். அணுக்கருவின் பல்வேறு கட்டுற்ற, கட்டற்ற கிளர்ச்சி நிலைகளைப் பற்றி அறிந்து கொள்ள முடிவதால், கட்டமைப்புப் பற்றிய நுட்பமான விவரங்களைப் பெறலாம். மேலும் பல்வேறு இயற்பியல் கொள்கைகளின் முடிவுகளைச் சரிபார்த்துக் கொள்ளப்பயனுள்ள விவரங்களையும் அறியலாம்.

நியூட்ரான் வினைக் குறுக்குப் பரப்புப் பற்றிய விவரங்கள் வெப்ப நியூட்ரான் திறனுலைகளின் பயனுறுதிறன் மிக்க கட்டமைப்பிற்குத் தேவையான விவரங்களை அளிக்கக்கூடியவை. U_{235}, Pu_{239} போன்ற பிளவு பொருள்கள், U_{238} போன்ற பிளவு பயன்தாராப் பொருள்கள், இரும்பு, குரோமியம் போன்ற அணு உலைக் கட்டுமானப் பொருள்கள், நீர் மற்றும் சோடியம் போன்ற குளிர்விப்பான்கள், பெர்லியம் போன்ற மட்டுப்படுத்திகள், கான்கிரீட் போன்ற காப்பீட்டுப் பொருள்கள் இவற்றின் நியூட்ரான் வினைக் குறுக்குப் பரப்புப் பற்றிய புள்ளி விவரங்கள் இதற்குத் தேவையாகவுள்ளன. முறையான, தகுந்த பொருள்களைத் தேர்ந்தெடுத்து அணு உலைகளைக் கட்டமைக்கும்போது, சிக்கனத்தால் பொருளாதார இழப்பு பெரிதும் தவிர்க்கப்படுகிறது. இதனால் அணு உலையொன்றைக் கட்டமைக்கும் முன்னர், பயன்படுத்தப்படும் பொருள்களின் நியூட்ரான் வினைக் குறுக்குப் பரப்பை அறிந்து கொள்வது மிகவும் இன்றியமையாதது.

- மெ. மெய்யப்பன்

துணை நூல். S. Glasstone, *Source Book on Atomic Energy*, Van Mastrand, 1958; Blatt-weisskoff, *Theoretical Nuclear physics*, John wiley, 1952.

நியூட்ரான் நிறமாலையளவியல்

நியூட்ரான்களைக் கொண்டு நியூக்ளைடுகளின் (nuclides) கிளர்ச்சி நிலைகளை (excited states) அளப்பதற்காகச் செய்யப்படும் சோதனைகளைப் பற்றி விளக்குவது நியூட்ரான் நிறமாலையளவியல் (neutron spectrometry) ஆகும்.

ஓர் இலக்கு நியூக்ளைடுக்கும், நியூட்ரானுக்கும் இடையே ஏற்படும் இடையீட்டுச் செயலின் வலிமை, வீழும் நியூட்ரானின் ஆற்றலைப் பொறுத்தது. மேலும், அதன் மதிப்பு ஒவ்வொரு நியூக்ளைடுக்கும் வேறுபடும். ஒரு குறிப்பிட்ட நியூட்ரான் ஆற்றலின் இடையீட்டு வினைத்திறன் ஒரு குறிப்பிட்ட நியூக்ளைடுக்கு மிகவும் வலிமையாக இருக்கும். வலிமைமிக்க இடையீட்டு வினைகளின் இக்குறுகிய ஆற்றல் பகுதிகள் ஒத்திசைவு (resonance) ஆற்றல்கள் எனப்படும்.

முகப்பரப்பு. ஒரு குறிப்பிட்ட வகை இடையீட்டுச் செயல் தோன்றுவதற்குரிய நிகழ்திறனின் வலிமையை σ என்னும் முகப்பரப்பால் (cross-section) குறிக்கலாம். இதனை வாய்ப்பு என்றும் கூறலாம். இது நியூட்ரான் அணுக்கரு ஒன்றுடன் மோதும் அனைத்து நிகழ்ச்சிகளையும் குறிப்பதாகும். அணுக்கரு வினையின்போது வெளியாகும் நியூட்ரான்களை σ என்னும் சிதறல் முகப்பரப்பினால் குறிக்கலாம். இந்நியூட்ரான்களின் ஆற்றல் அணுக்கருவால் உட்கவரப்பட்ட நியூட்ரான்களின் ஆற்றலுக்குச் சமமாக இருந்தால் இதனை மீட்சியுறு சிதறல் (elastic scattering) எனபர். ஆற்றல் மாறுபட்டால் அதற்கு மீட்சியுறா

சிதறல் எனப் பெயர். சிதறாமல் நியூட்ரான்கள் முழுவதும் உட்கவரப்பட்டால் அதற்கு உட்கவர் முகப்பரப்பு (absorption cross-section) எனப் பெயர்.

உட்கவர் முகப்பரப்பு, சிதறல் முகப்பரப்பு போன்றவற்றின் கூட்டுத் தொகை முழு முகப்பரப்பு (total cross-section) எனப்படும். தோரியம், யுரேனியம், புளூட்டோனியம் போன்ற கனமான தனிமங்கள் நியூட்ரான்களை உட்கவர்ந்தால் அவை பிளவை முகப்பரப்பு (fission cross-section) ஒன்றையும் பெற்றிருக்கும். எனவே, முகப்பரப்பு என்பது அணுக்கருவில் வீழும் நியூட்ரான்களைப் பொறுத்தது. இம்முகப்பரப்பை அளவிடுதல் மூலம் நியூட்ரான்களின் ஆற்றலைக் கணக்கிடலாம்.

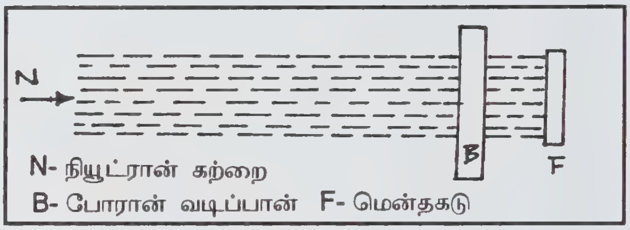
நியூட்ரான் நிறமாலையியலில், பொதுவாய், இருவகை வழிமுறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன.

ஒரே நேரத்தில் பல்லாற்றல் கொண்ட நியூட்ரான்களை வெளியிடக் கூடிய காலத்துடிப்பு (time-pulsed) நியூட்ரான் மூலத்தைப் (source) பயன்படுத்தும் முறை; இத்துடன் பயண-நேரக் கணக்கீட்டு முறையையும் (time of flight method) இணைத்துச் சோதனை செய்து நியூட்ரானின் திசைவேகத்தைக் கணக்கிடலாம். இம்முறை மூலம் ஏறத்தாழ 200 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரை நியூட்ரான்களின் ஆற்றலைக் கணக்கிடலாம்.

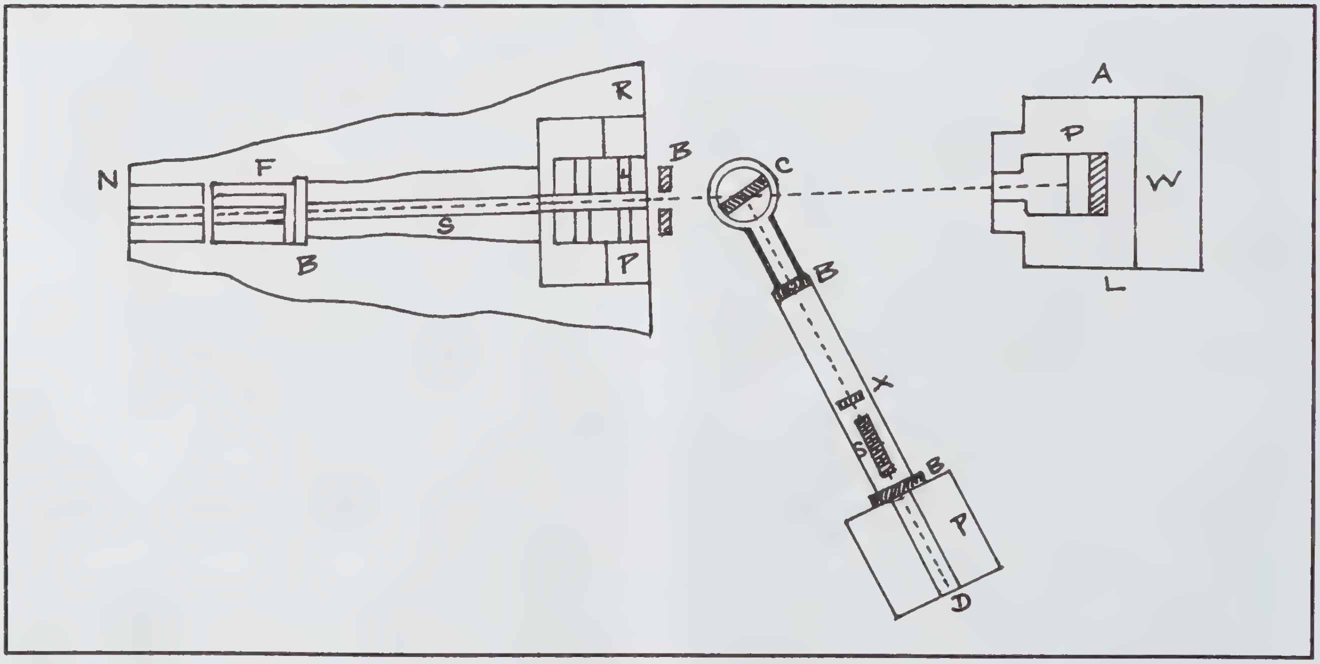
சம ஆற்றல் கொண்ட நியூட்ரான் கற்றையைப் பயன்படுத்தும் முறை. நடைமுறையில் சம ஆற்றல் கொண்ட நியூட்ரான் மூலங்கள் 10 எலெக்ட்ரான் வோல்ட் முதல் 10 கிலோ எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரை கிடைப்பதில்லை.

நியூட்ரான்களின் ஆற்றலை அளக்கப் பயன்படுத்தப்படும் நியூட்ரான் நிறமாலை அளவிகள் (neutron spectrometers) சிலவற்றைக் காணலாம்.

போரான் உட்கவர் கருவி. போரான், லித்தியம் போன்ற லேசான தனிமங்களைக் குறைவேக நியூட்ரான்கள் (slow neutrons) தாக்கி, ஒத்திசைவு விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இதனால் நியூட்ரான்களின் முகப்பரப்பு அவற்றின் திசைவேகத்திற்கு எதிர் விகிதத்தில் அமைந்துள்ளது. நியூட்ரான் ஆற்றலை அளவிடப் போரான் ஒரு வடிப்பானாகச் செயல்படுகிறது.



படம் 1



படம் 2. படிக நியூட்ரான்மாலை அளவி

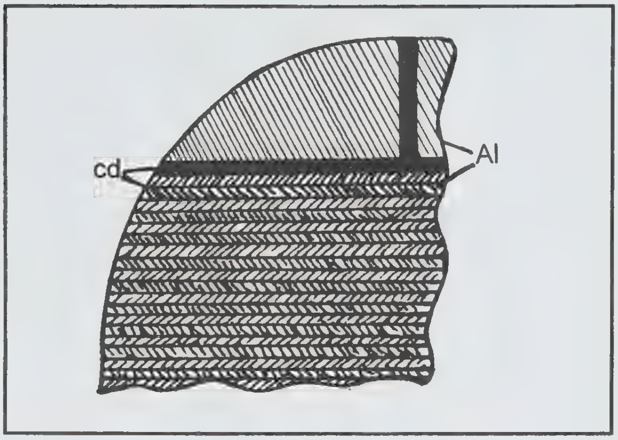
படத்தில் காட்டியுள்ளதுபோல், ஆராயப்பட வேண்டிய தனிமத்தாலான மென்தகடு ஒன்றினைப் பல்லாற்றல் கொண் நியூட்ரான் கற்றை தாக்குகிறது. இதனால் தோன்றும் செயலாக்கம் அளவிடப்படுகிறது. வெவ்வேறு தடிப்புள்ள போரான் வடிப்பான்களின் வழியாய் நியூட்ரான் கற்றை செலுத்தப்பட்டுச் சோதனை மீண்டும் செய்யப்படுகிறது. இது ஒரு துல்லியமுறை அன்று; எனினும் ஓர் எளிய முறை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

படிகச் சம ஆற்றல் மாலை அளவி (crystal monochromator). அணு உலையினின்று வெளிப்படும் காமாக் கதிர்கள் நியூட்ரான்கள் ஆகியவற்றைக் கண்டுணர நியூட்ரான் நிறமாலை அளவியும் பிற கருவிகளும் அணு உலை அருகில் கதிர்வீச்சுக் கவசத்தினுள் (shield) வைக்கப்பட்டுத் தொலைக் கட்டுப்பாட்டால் (remote control) இயக்கப்படுகின்றன. இதில் பயன்படுத்தப்படும் படிகச் சம ஆற்றல் நியூட்ரான் மாலை அளவி படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இதில் நியூட்ரான் அலைப் பண்புகளின் அடிப்படையில் படிகங்களைக் கொண்டு சம ஆற்றல் நியூட்ரான்கள் பெறப்படுகின்றன. படிகத்திற்கும் கண்டுணர் கருவிக்கும் இடையே மெல்லிய தகடு ஒன்றை வைத்து வெவ்வேறு எதிரொளிப்புக் கோணங்களில் அதாவது பல்வேறு ஆற்றல்களில் நியூட்ரான்களின் ஊடுருவுதிறன் அளவிடப்படுகிறது. பெரிலியம் படிகத்தைக் கொண்டு 10 எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரையிலும், இந்துப்புப் படிகத்தைக் கொண்டு 0.05 எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரையிலும் நியூட்ரான்களின் ஆற்றலை நுட்பமாக அளவிடலாம். அவ்வாற்றல் பகுதிகளில் விளையும் ஒருங்கியைவு பற்றியும் ஆராய இம்மாலை அளவி பயன்படுகிறது.

குறைவேக நியூட்ரான் கற்றைத்தறி (slow neutron beam chopper). எஃகு உருளை ஒன்றினுள் அதன் அச்சுக்கு இணையாகக் காட்மியம் மற்றும் அலுமினியம் படலங்கள் அடுத்தடுத்து வைக்கப்பட்டுள்ளன. உருளையின் அச்சு நியூட்ரான் கற்றைப் பாதைக்கு நேர் குத்தாய் இருக்குமாறு அமைக்கப்பட்டு, உருளை சுழற்றப்படுகிறது.

காட்மியத்தின் உட்கவர் திறன் மிகுதி. எனவே காட்மிய அலுமினியப் படலங்கள் நியூட்ரான் கற்றைக்கு இணையாக அமையும்போது மட்டுமே நியூட்ரான்கள் உருளையின் வழியாகக் கடத்தப்படும். எனவே உருளை ஒரு சுழலும் திரையாகச் செயல்படுகிறது. உருளை நியூட்ரான் கற்றையைக் குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிகளில்

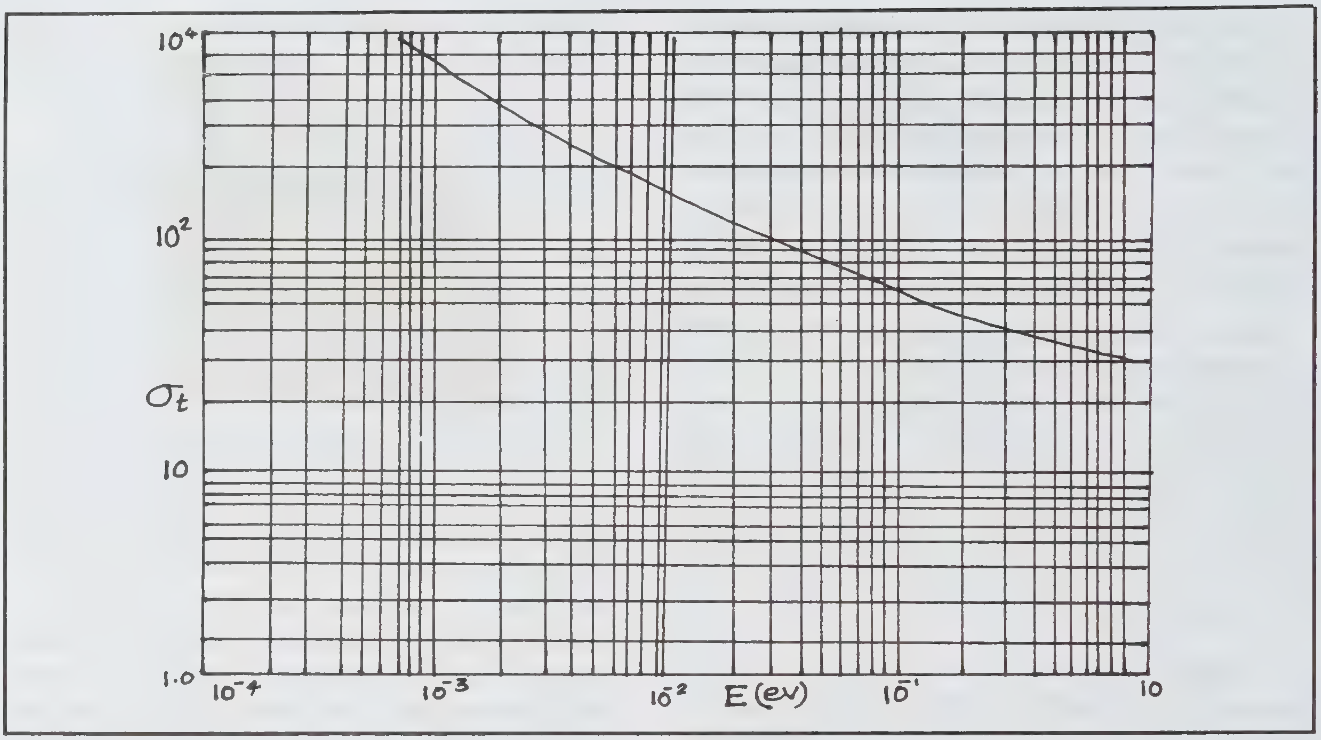


படம் 3

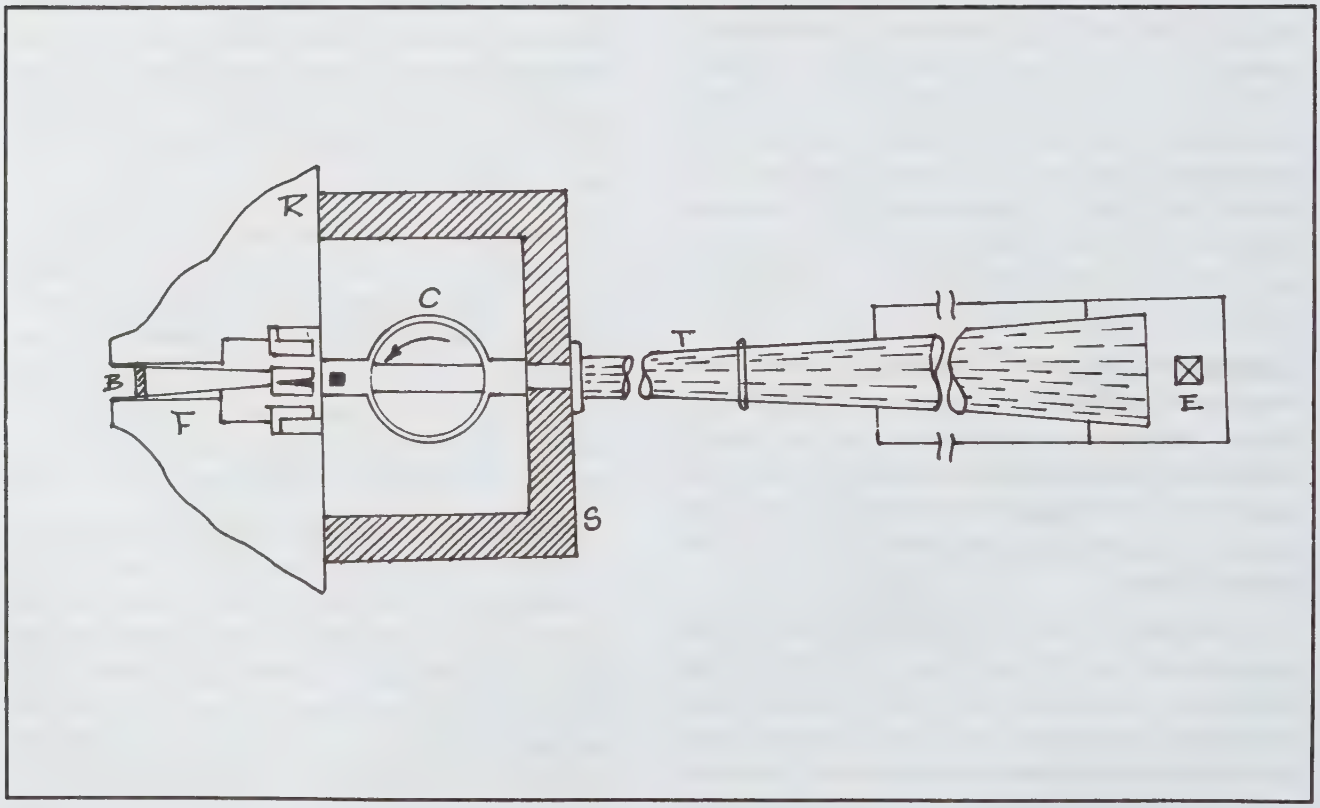
வெட்டி நிறுத்துவதால், இது நியூட்ரான் கற்றைத்தறி எனக் கூறப்படுகிறது. உருளையினின்றும் வெளிப்படும் நியூட்ரான் கற்றைகள், குறிப்பிட்ட நீளமுள்ள பாதையைக் கடந்து கண்டுணர் கருவியை அடைகின்றன. அவை அப்பாதையைக் கடந்து செல்ல எடுத்துக்கொள்ளும் கால அளவிற்கேற்ப அதாவது அவற்றின் ஆற்றலுக்கு ஏற்பத் தனித்தனியாய்ப் பிரிக்கப்பட்டுப் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. உருளைக்கும் கண்டுணர் கருவிக்கும் இடையே நியூட்ரான் உட்கவர் பொருள் ஒன்றை வைத்து வெவ்வேறு நியூட்ரான் ஆற்றல்களில் பொருளின் முழுப் முகப்பரப்பைக் கணக்கிடலாம். தங்கத்தின் முழு முகப்பரப்பு வரைபடத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

விரைவு நியூட்ரான் கற்றைத்தறி. காட்மியம் 0.3 எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்கு மேற்பட்ட ஆற்றல்கள் கொண்ட நியூட்ரான்களை உட்கவருவதில்லை. எனவே அதற்குப் பதில் ஃபீனால் என்னும் நெகிழிப் பொருள் பயன்படுகிறது. இப்பொருளில் ஹைட்ரஜன் மிகுந்துள்ளமையால் அது விரைவு நியூட்ரான்களை பெரிதும் உட்கவர்கிறது. விரைவு நியூட்ரான் கற்றைத் தறி செயல்படும் விதம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அணு உலையிலிருந்து வெளிவரும் நியூட்ரான் கற்றைப் பாதையில் இத்தறி வைக்கப்படுகிறது. அணு உலையிலிருந்து வரும் காமாக் கதிர்களைத் தவிர்க்க, நியூட்ரான் கற்றை பிஸ்மத் வடிப்பான் ஒன்றின் வழியாகச் செலுத்தப்படுகிறது. தறியிலிருந்து வெளியேறும் நியூட்ரான்கள், ஒரு வளி மண்டல அழுத்தத்தில் ஹீலியம் வளிமத்தால் நிரப்பப்பட்ட ஏறக்குறைய 50 மீ. நீளமுள்ள பாதையைக் கடந்து, கண்டுணர் கருவியை அடைகின்றன. நியூட்ரான்கள் பாதையைக் கடக்கும் கால அளவு



படம் 4



படம் 5

மின்னியல் முறையில் துல்லியமாக அளக்கப்பட்டு அதனின்றும் ஆற்றல் கணக்கிடப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட தொலைவைக் கடக்க நியூட்ரான்கள் எடுத்துக்கொள்ளும் காலத்தைக் கணக்கிட்டு அதனின்றும் அவற்றின் ஆற்றலைக் காணும் இம்முறையைப் பயண நேரக்கணக்கீட்டு முறை என்பர்.

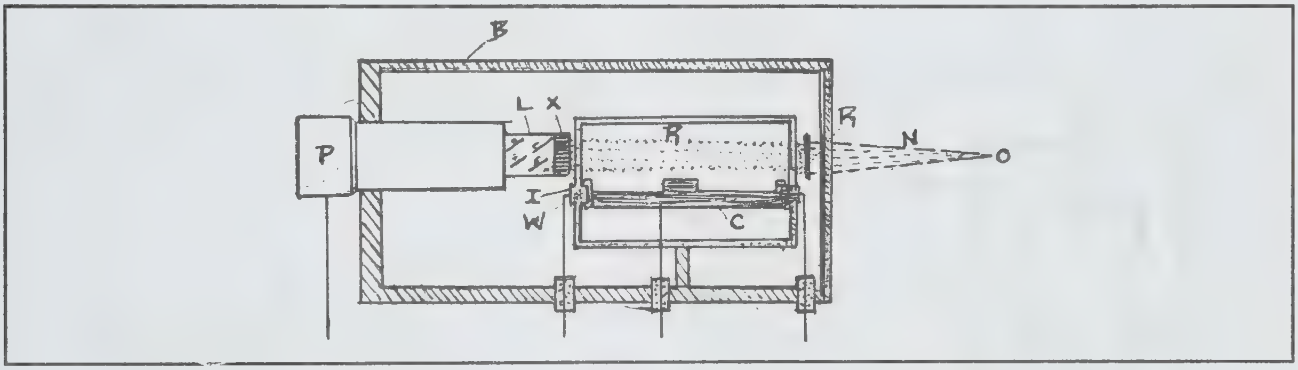
பின்னசைவு புரோட்டான்-நியூட்ரான் மாலை அளவி. இயக்கமற்ற புரோட்டான் மீது E_n ஆற்றல் கொண்ட நியூட்ரான் மோதுவதாய்க் கொள்ளலாம். நியூட்ரான் படுதிசைக்கு 'θ' கோணத்தில் புரோட்டான் சிதறுவதாகக் கொண்டால் புரோட்டானின் ஆற்றலை $Ep = En\ Cos^2\theta$ என்னும் சமனால் குறிக்கலாம். பின்னசைவு புரோட்டான்களின் ஆற்றலைக் குறிப்பிட்ட கோணங்களில் அளவிடுதல் மூலம், நியூட்ரான்களின் ஆற்றலைக் கணக்கிடலாம். இத்தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தும் பின்னசைவு புரோட்டான்-நியூட்ரான் மாலைஅளவி (proton-recoil neutron spectrometer) படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இக்கருவி $Cos\theta = 1$ என்னும் மதிப்பைப் பெறும்படி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதனால், நியூட்ரானின் ஆற்றல் புரோட்டானின் ஆற்றலுக்குச் சமமாகிறது.

இக்கருவியில் சிறந்த பகுப்பீட்டைப் பெற வெவ்வேறு பருமன் கொண்ட உமிழிகள் பயன்படுகின்றன. ஒளிமின் பெருக்கிக் குழாய் மூலம் கிடைக்கும் துடிப்புகளைத் தக்க மின் சுற்றுடன் இணைத்து விரிவாக ஆராயலாம்.

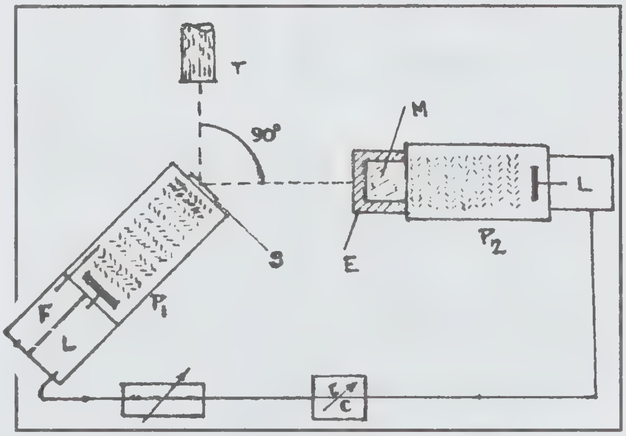
விரைவு நியூட்ரான் மாலை அளவி. இம்மாலை அளவியில் நேரடி மோதலினால் தோன்றும் புரோட்டான்கள் மட்டுமே அளவீடுகளுக்குப் பயன்படுகின்றன.

முடுக்கி (T) ஒன்றிலிருந்து தோன்றும் நியூட்ரான்கள் படிகத்தில் (S) மோதி பின்னிசைவு புரோட்டான்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவை ஒளி மின்பெருக்கிக்குழாய் (P_1) மூலம் கண்டுணரப்படுகின்றன. 'S' படிகத்தில் வீழும் நியூட்ரான் கற்றை சிதறடிக்கப்பட்டு ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவில் வைக்கப்பட்டுள்ள மற்றொரு படிகத்தைச்



படம் 6 பின்னசைவு புரோட்டான் - நியூட்ரான் மாலை அளவி

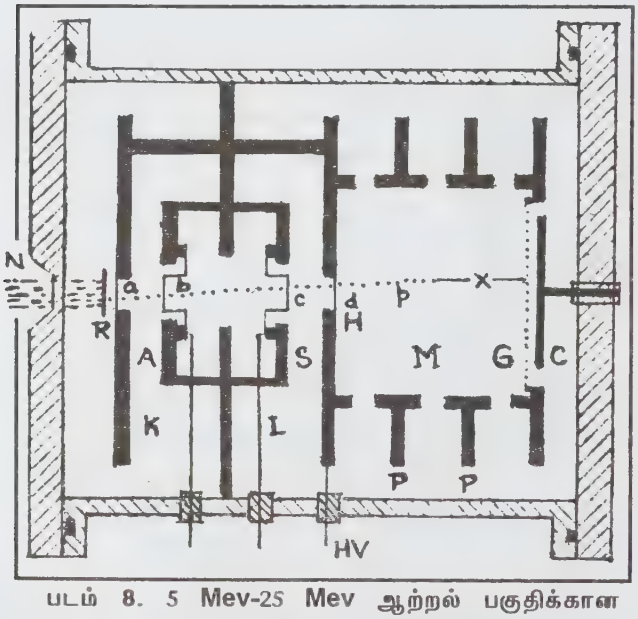
இக்கருவியில் பின்னசைவு புரோட்டான்களின் ஆற்றல்களை அளவிட மிளிர்தல் படிகம் (scintillation crystal) ஒன்று பயன்படுகிறது. மேலும் இக்கருவி குறுகிய கூம்பில் அமைந்த புரோட்டான்களை மட்டும் தேர்ந்தெடுத்துப் பதிவு செய்யக்கூடிய எண்ணித் தொலைநோக்கிக் (counter telescope) குழாய் ஒன்றையும் கொண்டுள்ளது. இது இரண்டு எண்ணிக்கைகளைக் கொண்டது. புரோட்டான் உமிழியிலிருந்து வெளிப்படும் புரோட்டான் இவ்விரண்டு எண்ணிக்கைகளையும் கடந்து படிகத்தை அடைகிறது. படிகத்தில் தோன்றும் விரிதலின் பயனாய் ஒளிமின் பெருக்கிக் குழாயில் மின்துடிப்புத் தோன்றுகிறது. இத்துடிப்பின் வலிமையை அளவிட்டு, படிகத்தை வந்தடையும் புரோட்டானின் ஆற்றலை அளக்கலாம். இதிலிருந்து நியூட்ரான்களின் ஆற்றலைக் கணக்கிடலாம்.



படம் 7 விரைவு நியூட்ரான் மாலை அளவி

(M) சுற்றியுள்ள வெள்ளித் தகட்டைத் (E) தாக்கிக் காமாக் கதிர்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இக்கதிர்கள் (M) படிகத்தில் மிளிர்தலை உண்டாக்குகின்றன. இம்மிளிர்தல் படிகத்துடன் இணைக்கப்பட்ட ஒளி மின்பெருக்கிக் குழாயில் (P_2) மின் துடிப்புகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இம்மின்துடிப்புகள் ஒன்றிப்புச் சுற்று ஒன்றை அடைகின்றன. நியூட்ரான்கள், P_2 குழாயில் விளைவிக்கும் துடிப்புகள் ஒன்றிப்புச் சுற்றை அடையும்போது, அந்நியூட்ரான்களுக்குரிய புரோட்டான்கள் P_1 குழாயில் உருவாக்கும் துடிப்புகளும் ஒன்றிப்புச் சுற்றை அடையும் வண்ணம், அவை தாமதசுற்று ஒன்றின் வழியாய்ச் செலுத்தப்படுகின்றன. எனவே, புரோட்டான்கள் மட்டும் துடிப்பு உயர் ஆய்வுக் கருவி மூலம் பதிவு செய்யப்பட்டு ஆராயப்படுகின்றன.

5 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் முதல் 25 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரையிலான ஆற்றல் பகுதிக்கான மற்றொரு விரைவு நியூட்ரான்மாலை அளவி படம் 8-இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

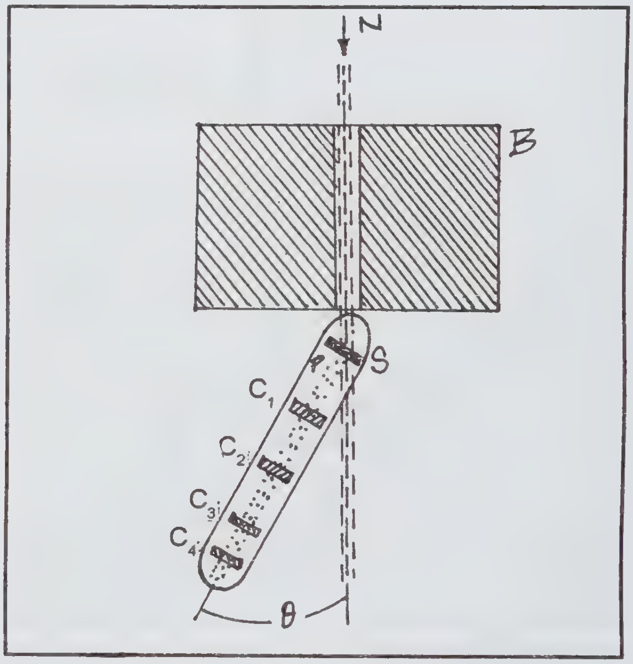


படம் 8. 5 Mev-25 Mev ஆற்றல் பகுதிக்கான விரைவு நியூட்ரான் நிறமாலை அளவி

ஹோல்ட், லிதர்லாண்டு ஆகியோர் அமைத்த இந்தப் பின்னிசைவு புரோட்டான் நிறமாலை அளவி, மிகக்குறைந்த துணைக்கருவிகள் கொண்டு நியூட்ரான் ஆற்றல்களைப் பற்றிய காட்சிப் பதிவுகளை விரைவில் பெறுதற்கு ஏற்ற கருவியாகும்.

படத்தில், R என்பது புரோட்டான் உமிழி உள்ள இடம் நிறமாலை அளவியின் அறை K, L, M என மூன்று பகுதிகளாய்ப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. புரோட்டான்கள், அலுமினியத் தகடுகளால் மூடப்பட்ட a, b, c, d என்னும் கணணிகள் வழியாகச் சென்று அறையை அடைகின்றன. b மற்றும் c இவை முறையே A, B என்னும் துடிப்பு அயனியாக்க அறைகளுக்கு மின்முனைகளாக அமைகின்றன. d என்பது M அறையின் உயர் மின்னழுத்த மின் முனையாகச் செயல்படுகிறது. M அறையின் மறுமுனையில் G எனும் கிரிட்டும் (grid), C எனும் மின்முனையும் உள்ளன. P,P என்னும் வளையங்கள் d மற்றும் G இவற்றிற்கு இடையே சீரான மின்புலம் உருவாகத் துணை புரிகின்றன. நிறமாலை அளவி ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்தங்கொண்ட ஆர்கான் வளிமத்தால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். நியூட்ரான் ஆற்றல்கள் பற்றிய தகவல்களை இக்கருவியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் அலைவு வரைவி (oscilloscope) மூலம் பதிவு செய்யலாம். இதற்கு செவ்வகப்படம் (histogram) எனப் பெயர். இந்த அளவி மிகுந்த உணர்வு நுட்பமும் பகுப்பீடும் கொண்டது.

50 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் முதல் 230 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரையிலான உயர் ஆற்றல் மிளிர்தல் நியூட்ரான் நிறமாலை அளவி (neutron scintillation spectometer) படம் 9இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 9. உயர் ஆற்றல் மிளிர்தல் நியூட்ரான் நிறமாலை அளவி

இந்த அளவியில் நியூட்ரான் கற்றையில் வைக்கப்பட்டுள்ள உமிழியிலிருந்து புரோட்டான்கள் வெளிப்படுகின்றன. C_1, C_2, C_3, C_4 என்று அடுத்தடுத்து அமைக்கப்பட்ட நான்கு மினிர்தல் படிகங்கள் கொண்ட தொலை நோக்கியால் இப்புரோட்டான்கள் கண்டுணரப்பட்டு அவற்றின் ஆற்றல் கணக்கிடப்படுகிறது. C_4 படிகம் புரோட்டான் ஆற்றலை அளவிடுகிறது. இப்படிகத்துடன் இணைக்கப்பட்ட ஒளிமின் பெருக்கிக்குழாயில் தோன்றும் துடிப்புகள் பகுப்பாய்வுக் கருவி மூலம் பதிவு செய்யப்பட்டு ஆராயப்படுகின்றன.

அணுக்கருப்பூச்சு (nuclear emulsion) மூலம் தோற்றுவிக்கப்படும் பின்னசைவு புரோட்டானின் பாதை நீளத்தை அளவிடுதல் மூலமும் நியூட்ரானின் ஆற்றலை மதிப்பிடலாம்.

பயன்கள். நியூக்ளைடுகளின் அணுக்கரு அமைப்புப் பற்றிய பல செய்திகளைத் தெரிந்து கொள்ள நியூட்ரான் நிறமாலையியல் பயன்படுகிறது. அணுக்கரு மட்டங்களுக்கிடையே உள்ள பகுப்பகலப் (spacing) பங்கீடு மற்றும் அவற்றின் சராசரி கணக்கீடு முதலியன பல அணுக்கருக் கொள்கைகளை மெய்ப்பிக்கும் சிறந்த சோதனையாய் அமைகின்றன. அணுக்கரு மட்டங்கள் நியூட்ரான் வெளியேற்றத்தாலும், காமாக் கதிர் வீச்சாலும், அணுக்கருப் பிளப்பாலும் அழியக் கூடியன என்னும் பண்புகள் பல கொள்கைகளை முன் வைக்க ஊன்று கோலாய் அமைந்திருக்கின்றன.

நியூட்ரான் முகப்பரப்புப் பற்றிய தகவல்கள் வெப்ப ஆற்றல் அணு உலைகள் (thermal reactors) எரிபொருளைத் தாமே தயார் செய்து கொள்ளும் விரைவு உற்பத்தி அணு உலைகள் (fast-breeder reactors), இணைவு ஆற்றல் அணு உலைகள் (fusion power reactors) போன்றவற்றை அமைக்கப் பெரிதும் துணை புரிகின்றன. அணு உலைகளில் பயன்படும் எரிபொருளின் அளவினை அறுதியிடவும் தணிப்பான் (moderator), குளிர்விப்பான் (Coolant), காரீயம் மற்றும் கான்கிரீட் போன்ற தடுப்புச் சுவர் ஆகியவற்றின் அமைப்பினை வரையறுக்கவும் இத்தகவல்கள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

- மூ.நா. சீனிவாசன்

நியூட்ரினோ

அணுக்கருவிலுள்ள ஒரு சிறிய நியூட்ரான் (miniature neutron) நியூட்ரினோ எனப்படும். இது அடிப்படைத் துகளில் லெப்டானின் (lepton) வகையைச் சார்ந்தது. இத்துகள் நியூட்ரானைப் போல் மின்னூட்டம் (charge) அற்றதாகவும், ஆனால் நிறையற்றதாகவும் உள்ளமையால் இப்பெயர் பெற்றது. எனினும், அது ஒரு பருப்பொருள் (material particle) என்பதைவிட ஒரு ஃபோட்டான் அல்லது ஒளிக்குவாண்டம் என்பதே பொருந்தும். இது மின்காந்தப் புலத்தைக் கொண்டிராமையால் பிற பொருள்களுடன் இடையீட்டு வினைக்கு (interaction) உட்படுவதில்லை. எனவே, சிலர் இதை எர்கான் (ergon) அல்லது ஆற்றலையும் உந்தத்தையும் மட்டுமே ஏற்றுள்ள ஒன்று என்றே குறிப்பிட விரும்பினர். இதற்கு ஆண்டி நியூட்ரினோ (anti-neutrino) என்னும் எதிர்த்துகளும் உண்டு.

நியூட்ரினோ எனும் துகள் இயற்பியலில் சில புதிர்களுக்கு விடையாகவும் அமைந்தது. 1899ஆம் ஆண்டு ரூதர்ஃபோர்டு எனும் அறிவியலார் கதிரியக்கப் பொருள்களிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்கள் மிகவும் சிக்கலான தொகுப்புடையவை எனவும், பண்புகளில் ஒன்றிற்கொன்று மாறுபட்ட இருவகைக் கதிர்கள் இப்பொருள்களிலிருந்து வெளியேறுகின்றன எனவும் கண்டறிந்தார். அவை ஆல்ஃபாக் கதிர்கள் எனவும், பீட்டாக் கதிர்கள் எனவும் குறிக்கப்பட்டன. 1909ஆம் ஆண்டு வில்லார் என்னும் அறிவியலார் காமாக் கதிர்கள் என்னும் மூன்றாம் கதிரைக் கண்டுபிடித்தார். ஆல்பாக் கதிர்கள் நேர்மின்னூட்டம் (positive charge) உடையனவாகவும், பீட்டாக் கதிர்கள் எதிர்மின்னூட்டம் (negative charge) உடையனவாகவும், காமாக் கதிர்கள் மின்னூட்டமற்றனவாகவும் அமைந்தன.

கதிரியக்கப் பொருள்களிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்கள் ஒரு செங்குத்தான காந்தப்புலத்திற்கு உட்படும்போது, இக்கதிர்களின் ஒரு பகுதி மிகுதியாக வளைந்து செல்லும். இவை பீட்டாக் கதிர்கள் எனப்படும். பீட்டாக் கதிரியக்கம் என்பது எலெக்ட்ரானை உமிழக்கூடியவை, பாசிட்ரானை உமிழக்கூடியவை, வட்டப்பாதை எலெக்ட்ரான் உட்கவர்ச்சி (orbital electron capture) என மூவகைப்படும். கதிரியக்கப் பொருள்களிலிருந்து வெளிப்படும் பீட்டாக் கதிர்களின் ஆற்றல், பீட்டாக் கதிர் நிறமாலை அளவியைக் கொண்டு அளக்கப்பட்டு அவை தொடர்ச்சியான ஆற்றல் பாகுபாட்டை உடையன எனத் தெளிவாயிற்று.

நியூட்ரினோ பற்றிய புனை கோள். பீட்டாக் கதிர்களின் தொடர்ச்சியான ஆற்றல் பாகுபாடு, இயற்பியலில் பெரியதொரு புதிரை உண்டாக்கியது. பீட்டாக்கதிர் வெளியீட்டின்போது ஏற்படும் மாற்றங்களில் ஆற்றல் மாறாக் கோட்பாடு, நேர்கோட்டு உந்தம், கோண உந்தம், புள்ளியியல் கோட்பாடு

ஆகியவற்றை நிலை நாட்டுவதில் தோல்வியே ஏற்பட்டது எனலாம். இவ்வகையான அனைத்து இடர்பாடுகளையும் நீக்கும் பொருட்டு 1933ஆம் ஆண்டு பாலி என்னும் அறிவியலார் அணுக்கருவில் புரோட்டான் நியூட்ரானுடன் கூடுதலாக ஒரு துகள் உள்ளது எனப் புனைந்தார். இவ்வாறு புனையப்பட்ட துகளே நியூட்ரினோ என்பதாகும்.

பீட்டாக் கதிரியக்கத்தை விளக்கக் கொடுக்கப்படும் எந்தக் கோட்பாடும், இக்கதிரியக்கத்தில் நிறை, ஆற்றல், மின்னூட்டம், நேர்கோட்டு உந்தம், கோண உந்தம் ஆகியவற்றின் அழியாத் தன்மையை விளக்குவதோடு பீட்டாக் கதிர்களின் ஆற்றல் நிரலின் தொடர்ச்சியான தன்மை, முனைப்புள்ளி ஆற்றல், தேய்வு மாறிலி, சராசரி ஆற்றல் ஆகியவற்றையும் விளக்கி, புள்ளியியல் கோட்பாட்டிற்கும் உட்பட வேண்டும். இவ்விதிகளை உள்ளடக்கி நியூட்ரினோவில் குணங்களைப் பெறலாம்.

பீட்டாக் கதிரியக்கத்தில் தேய்வுறும் கருவின் மின்னூட்டம் சேய்க்கரு, பீட்டாத் துகள் ஆகியவற்றின் கூட்டு மின்னூட்டத்திற்குச் சமமாக உள்ளமையால், இப்புதிய துகளான நியூட்ரினோ, மின்னூட்டமற்ற (zero charge) துகளாகும். இதன் காரணமாகவே இத்துகள் நியூட்ரினோ எனப்பெயர் பெற்றது. கதிரியக்கத்தில் பீட்டாத் துகள் வெளியேறும்போது அத்துகளின் நிறையை விட மிகுதியான எந்த நிறைக் குறைவும் ஏற்படுவதில்லை. ஆகையால் இப்புதிய துகளின் அமைதி நிலை நிறை (rest mass) சுழியாக இருக்கலாம் என ஊகிக்கப்பட்டது. பீட்டாக் கதிர்களின் தொடர் நிறமாலையை ஆராயும்போது இது தெளிவாயிற்று. மேலும் பீட்டாக் கதிரியக்கத்தினால் தேய்வுறும் தாய்க்கருவும் சேய்க்கருவும் ஒரே நிறை எண் (mass number) உடையன. எனவே, இவ்விரண்டும் ஒரே புள்ளியியல் விதிகளுக்கு உட்படுவனவாகவும், அவற்றின் அணுக்கரு கோண உந்த (nuclear angular momentum) மாறுபாடு சுழிக்கும் அல்லது $h/2\pi$ இன் முழு என் பெருக்கற் பலனுக்கும் இடைப்பட்டது. இங்கு h என்பது பிளாங்மாறிலி. பீட்டாக் கதிரியக்கத்தில் உள்ள எலெக்ட்ரான்கள் ஃபெர்மி-டிராக் புள்ளியியலுக்கு உட்படுவதாலும், அதன் சுழற்சி ½ஆக உள்ளமையாலும் நியூட்ரினோவும் ஃபெர்மிடிராக் புள்ளியியலுக்கு உட்படுகிறது. இதன் தற்சுழற்சியும் ½ ஆகிறது. இதன் காந்தத் திருப்புத்திறன் (magnetic moment) எலெக்ட்ரானுக்கு உரியதைவிட மிகச்சிறியது எனவும் அறியப்பட்டது.

இவ்வாறு பீட்டாக் கதிர்களின் தொடர்ச்சியான ஆற்றல் பாகுபாடு அடைந்தது. இது பீட்டாக் கதிரியக்கத்தில் வெளிப்படும் மொத்த ஆற்றலும், அதில் வெளிப்படும் எலெக்ட்ரானாலும், நியூட்ரானாலும் பகிர்ந்து கொள்ளப்படுகிறது என்பதைத் தெளிவாக்கியது.

நியூட்ரினோவின் எதிர்த்துகள். நியூட்ரினோவுடன் எதிர்-நியூட்ரினோ (anti-neutrino) என்னும் எதிர்த்துகளும் உள்ளது எவ்வாறு எலெக்ட்ரான் என்பது நேர் மின்னூட்டம் உள்ள பாசிட்ரானுக்கும், எதிர் மின்னூட்டம் உள்ள எலெக்ட்ரானுக்கும் பொதுவான பெயராக அமைந்துள்ளதோ, அதே போன்று நியூட்ரினோ என்பது நியூட்ரினோவுக்கும், எதிர் நியூட்ரினோவுக்கும் பயன்படுத்தப்படும் பொதுச் சொல்லாகும். நியூட்ரினோ என்பது γ எனும் குறியீட்டாலும், ஆண்டி நியூட்ரினோ என்பது $\bar{\gamma}$ என்ற குறியீட்டாலும் குறிக்கப்படுகின்றன. நியூட்ரினோவைப் போன்றே எதிர் நியூட்ரினோவும் அதே அளவு நிறை, தற்சுழற்சி, காந்தத் திருப்புத்திறன் ஆகியவற்றைப் பெற்றிருக்கிறது. நியூட்ரினோ இரட்டையிலுள்ள இரண்டு துகள்களும் மின்னூட்டத்தினால் வேறுபட்டவை அல்ல. ஆனால் நியூட்ரினோவும் எதிர் நியூட்ரினோவும் அவற்றின் தற்சுழற்சித் திசையன்களின் (spin vector) திசைகளிலேயே வேறுபடுகின்றன. நியூட்ரினோவில் தற்சுழற்சித் திசையனும் கோண உந்தத் திசையனும் (angular momentum vector) எதிரெதிர்த் திசையில் செயல்படுகின்றன. எதிர் நியூட்ரினோவில் இவை இரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று இணையாகச் செயல்படுகின்றன.

இரண்டு வகையான நியூட்ரினோக்கள் உள்ளன என்பதை இரட்டைப் பீட்டாச் சிதைவுகளுக்கான (double beta decay) தேவைகள் உறுதி செய்கின்றன. எப்போதெல்லாம் ஆற்றல் நிறையாக மாற்றப்படுகிறதோ அப்போதெல்லாம் ஒரு பருப்பொருள்-எதிர்ப்பருப்பொருள் இரட்டை உருவாகிறது. காட்டாக, அணுக்கருவிலுள்ள ஒரு நியூட்ரான் புரோட்டானாக மாறும்போது பருப்பொருளான எலெக்ட்ரானுடன் எதிப்பருப்பொருளான எதிர் நியூட்ரினோவை உமிழ்கிறது. இந்நிகழ்வை $n \text{------>} p+e+\gamma$ எனக் குறிப்பிடலாம்.

இங்கு n நியூட்ரானையும், p புரோட்டானையும், எலெக்ட்ரானையும் குறிக்கும். இவ்வாறே, $p \text{---->} n+e^{+}+\gamma$ என்றும் செயலீட்டில் பாசிட்ரானுடன் நியூட்ரினோ வெளிப்படுகிறது.

$p+e^{-} \text{-------->} + n + \gamma$, என்னும் எலெக்ட்ரான் உட்கவர்ச்சிச்செயலீட்டில் நியூட்ரினோ வெளிப்படுகிறது. இவ்வாறு மூவகையான பீட்டாக் கதிரியக்கத்திலும்

நியூட்ரினோ உடன் வெளிப்படுகிறது. நியூட்ரினோ சுழி உந்தத்துடன் உமிழப்படும்போது பீட்டாத் துகள்கள் மிகுதி ஆற்றலை அடைகின்றன.

நியூட்ரினோ கண்டுபிடிப்பு. பீட்டாக் கதிரியக்கத்தை விளக்குவதற்குப் புனையப்பட்ட நியூட்ரினோ என்னும் துகள் உண்மையிலேயே இயற்கையில் உள்ளதா என அறியப் பல சோதனைகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. நியூட்ரினோ பிற பொருள்களோடு ஓர் இடையீட்டு வினைக்கு ஆளாவதில்லை. எனவே, இத்துகளைச் சோதனை மூலம் கண்டுபிடிப்பது கடினமாயிற்று. 1956ஆம் ஆண்டு இரெயின்ஸ், கவுன் என்னும் அறிவியலார் உண்மையில் நியூட்ரினோக்கள் உள்ளன என்பதை நேரடியாக மெய்ப்பித்தனர். நியூட்ரினோவால் தூண்டப்பட்டு நிகழும் அணுக்கருச் செயலீடுகள், ஒரு தலைகீழான (inverse) பீட்டாக் கதிரியக்கத்தின் தேய்வாக அமைந்தன. இச்செயலீடுகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

$$\overline{\gamma} + p \text{ ----------> } n + e^{+}$$

$$\gamma + n \text{ ----------> } p + e^{-}$$

மேற்காணும் செயலீட்டில் ஒரு புரோட்டானால் ஒரு நியூட்ரினோ கவரப்பட்டு, நியூட்ரானாகவும், பாசிட்ரானாகவும் தேய்வடைகிறது. ஒரே நேரத்தில் நியூட்ரானும், பாசிட்ரானும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டமையால் நியூட்ரினோ உண்மையிலேயே ஓர் அடிப்படை இயற்பியல் துகளாக உள்ளது என அனைவரும் ஏற்கும் வண்ணம் நிறுவப்பட்டது.

பீட்டாக் கதிர்களின் தேய்வினால் உண்டாகும் நியூட்ரினோக்கள் எலெக்ட்ரான் நியூட்ரினோக்கள் எனப்படுகின்றன. இவற்றை γ^{e}, γ_{e} எனக் குறிக்கலாம். இதேபோல் பையான் (pion) தேய்வுடன் தொடர்புடைய நியூட்ரினோக்கள் மியூவான் (muon) நியூட்ரினோக்கள் எனப்படுகின்றன. இவை $\gamma\mu$ γ_{μ} எனக் குறிக்கப்படுகின்றன.

1970ஆம் ஆண்டின் இறுதியில் டவ் (tau) எனும் அதிக மின்னூட்டமுள்ள லெப்டான் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இந்த டவ் லெப்டானுடன் தொடர்புடைய மேலும் இரண்டு நியூட்ரினோக்கள் உள்ளனவாகக் கருதப்பட்டது. அவை டவ் நியூட்ரினோ '$\gamma\tau$' எனவும், அதன் எதிர்த்துகள் எதிர் டவ் நியூட்ரினோ $\overline{\gamma}_{\tau}$ எனவும் குறிக்கப்படுகின்றன.

பொதுவாக நியூட்ரினோக்கள் பிற பொருள்களுடன் இடையீட்டு வினைக்கு உட்படுவதில்லை. எனினும், மிகவும் வலிமை குறைந்த விசைகளைப் பற்றி அறிவதற்கு அரிய கருவியாக நியூட்ரினோ மட்டுமே உதவுகிறது. இக்காரணத்தினால் பெரிய துகள் முடுக்கிகளில் (large particle accelerators) நியூட்ரினோவினால் ஏற்படும் இடையீட்டு வினைகளில் மிகுந்த அக்கறை செலுத்தப்படுகிறது.

நியூட்ரினோவின் அமைதி நிலை நிறை சுழி; எனினும் ஆய்வுகளின் மூலம் கிடைத்த குறிப்புகளும், கோட்பாடுகளின் மூலம் அறியப்பட்ட கருத்துக்களும் ஒரு சில நியூட்ரினோக்களாவது குறிப்பிட்ட மீச்சிறு நிறை உடையன என உணர்த்துகின்றன. இச்சாத்தியக் கூறு அண்டத்தில் (universe) மிக அதிகமான நியூட்ரினோக்கள் உள்ளன; அவை சுழி அற்ற நிறையுடையனவாய் இருப்பின், அண்டத்தின் மொத்த நிறையில் ஒரு பகுதியை நியூட்ரினோக்கள் அமைக்கின்றன என்னும் வான் இயற்பியலாரின் கருத்தை ஊக்குவிக்கின்றன.

- அ.மு. அக்பர் அலிகான்

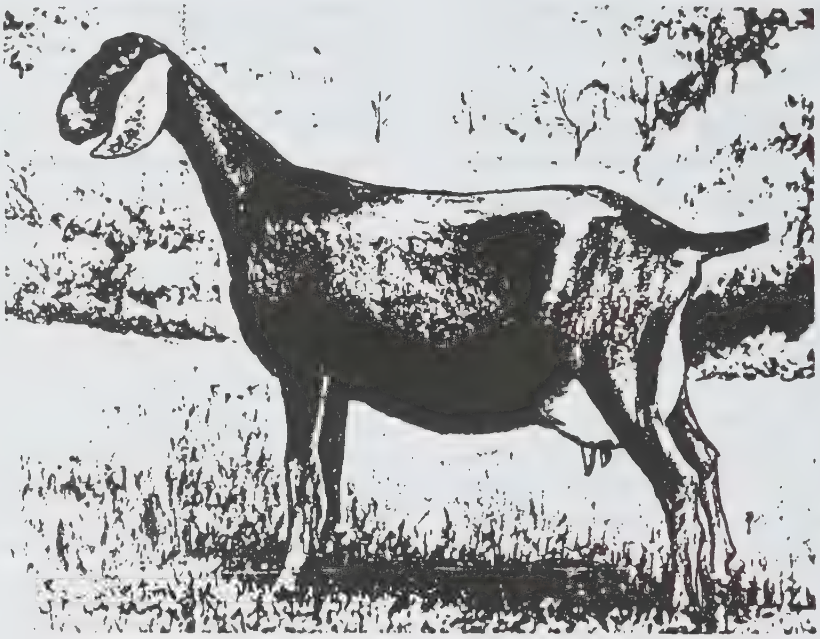
துணைநூல். J.B. Rajam, *Atomic Physics*, S. Chand of company, New Delhi, 1984.

நியூபியன் ஆடு

இதன் தாயகம் ஆப்பிரிக்காவின் வட கிழக்கப் பகுதியாயினும், அரேபியா, இந்தியாவிலும் காணப்படும். இந்த இன ஆடுகளுக்கு நீண்ட கால்களும் உறுதியான உடற்கட்டும் உண்டு. இந்தப் பண்பு ஆடு வளர்ப்போரால் இங்கிலாந்தில் விரும்பப்படுகிறது. இங்கிலாந்தில் ஆடு வளர்ப்போர், 1895ம் ஆண்டுக்கு முன்பிருந்தே இந்த இன ஆட்டுக்கிடாக்களை ஆப்பிரிக்கா, அரேபியா, இந்தியாவிலிருந்து இறக்குமதி செய்து ஆங்கிலோ நியூபியன் இனத்தினை உருவாக்கினர். இது பொதுவாக நியூபியன் இனம் (nubian) என்று பரவலாகக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

நியூபியன் இனம் மேல்மட்ட ஆடு எனப்படுகிறது. இதன் காதுகள் நீண்டு, தலைக்குப் பக்கத்தில் தொங்கிக்கொண்டிருக்கும். நியூபியன் ஆடு கூரான மூக்கும் குட்டை முடியும் கொண்டது.

இந்த இன ஆடு ஒரே நிறமாகவே, நிறக்கலவைகளுடனோ காணப்படும். பொதுவாகக் கறுப்பு, சிவப்பு, பழுப்பு நிறங்கள் தனித்தோ வெண்மை கலந்தோ காணப்படும். இந்த இனக் கிடாக்களின் மேல் குட்டையான முடிகள் முதுகு, தொடைகளின் மேல் காணப்படும். இவை ஏனைய சுவிட்சர்லாந்து இன ஆடுகளிலும் காணப்படுகின்றன.



நியூபியன் பெண் ஆடு

நியூபியன் இன ஆடுகளின் மடி பெரிதாகவும், சுவிட்சர்லாந்து இன ஆடுகளின் மடிகளைவிடத் தொங்கலாகவும் காணப்படும். நன்றாக அமைந்த உறுதியாகப் பிணைக்கப்பட்ட மடி சிறப்பிடம் பெறும். வளர்ந்த பெண் ஆடு 30 அங்குல உயரமும் குறைந்தது 135 பவுண்ட் எடையும் கொண்டிருக்கும். கிடாக்கள் 35 அங்குல உயரமும் குறைந்தது 175 பவுண்ட் உடல் எடையும் கொண்டிருக்கும். நியூபியன் இனம் சுவிட்சர்லாந்து இனங்களைவிடக் குறைவான அளவே பால் தரும். எனினும் இதன் பாலில் கொழுப்புச் சத்து மிகுதியாகும்.

- இரா. வசந்தகுமார்

நியூமான், ஜான் வான்

ஹங்கேரி நாட்டிலுள்ள பூடாபெஸ்ட் நகரில் 1903ஆம் ஆண்டு பிறந்த ஜான் வான் நியூமான்(Jonh Von Newman) இளம் வயதிலேயே மிகவும் துடிப்பாகவும் நல்ல அறிவுடையவராகவும் விளங்கினார்.

பெர்லின் பல்கலைக்கழகத்தில் முதலில் வேதியியலைப் பாடமாகக் கொண்டு பயின்ற இவர், 1926 இல் சூரிச்சில் உள்ள தொழில்நுட்பக் கல்லூரியில், வேதிப்பொறியியலில் தகுதிச் சான்றிதழ் பெற்றார். அதே ஆண்டில், பூடாபெஸ்ட்பல்கலைக்கழகத்தில், கணிதவியலில், கணக்கோட்பாட்டில் ஆய்வுகள் செய்து முனைவர் பட்டம் பெற்றார். தம் 20 ஆம் வயதிலேயே, வரிசை எண்களைப் (ordinal numbers) பற்றி இவர் வெளியிட்ட கருத்துகள் கணித அறிஞர்களால் பாராட்டப்பட்டன.

1926 முதல் 1929 வரை பெர்லினினும், 1929 முதல் 1930 வரை ஹாம்பெர்க்சிலும் இவர் விரிவுரையாளராகப் பணியாற்றினார். குவாண்டம் இயற்பியல் (quantum physics) செயலிக் கோட்பாடு (operator theory) ஆகிய இரண்டிலும் பெரும் ஈடுபாடு கொண்டதுடன் திசையன் பரிமாணம் உடைய. யூக்லிடியன் வெளியிலுள்ள திசையன் வரைகளிலும் ஈடுபாடு கொண்டு ஆய்வுகள் செய்து பல உண்மைகளைக் கண்டறிந்தார்.

பிரின்ஸ்டன் பல்கலைக்கழகத்தில் 1930இல் இடைவருகை விரிவுரையாளராகவும், 1931இல் பேராசிரியராகவும் பணியாற்றினார். பின்னர் 1933 முதல் 1957 வரை பிரின்ஸ்டனிலுள்ள உயர் கல்வி நிறுவனத்தில் பேராசிரியராக இருந்தார்.

ஜெர்மானிய கணித அறிஞர் டேவிட் ஹில்பர்ட் என்பாரால் 20ஆம் நூற்றாண்டில் ஆய்வு செய்ய வேண்டிய கணித ஆய்வுகளக்காக, 1900 ஆம் ஆண்டிலேயே அறிவிக்கப்பட்ட 23 அடிப்படை அறிமுறை கணக்குகளில் (basic theoretical) 5ஆம் கணக்கான இறுக்கமான குலங்களின் ஒரு தீர்வுக்குத் தனித்த ஒருதீர்வு கண்டார். புள்ளியியல் கணிதத்திலும் எர்கோடிக் விதி (Ergodic hypothesis) என்னும் ஒரு கோட்பாட்டிற்குச் சுருக்கமான எளிய வாய்பாட்டை அளித்தார்.

1932இல் அவர் வெளியிட்ட குவாண்டம் இயக்கவியல் (quantum mechanics) என்னும் நூல் இன்றும் ஒரு சிறந்த நூலாகக் கருதப்படுகிறது. தற்போது நியூமான் இயற்கணிதம் (Newmann Algebra) என்று கூறப்படும் செயலிகளின் வளையங்கள் (rings of operators) என்று 1930 இல் அவர் எழுதியவற்றைக் குவாண்டம் இயற்பியலில் பயன்படுத்தியுள்ளார். மேலும் சுழற்சிக்குலங்கள் (groups of rotations), செயலிகளின் வளையங்கள் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில், தொடர்ந்து மாறும் பரிமாணங்களையுடைய வெளியினை விவரிக்க முடியும் என்றும், இதுவரையிலும் முழு அளவு பரிமாணங்களிலேயே கணிக்கப்பட்ட வெளியை மேலே குறிக்கப்பட்ட முறையில் முக்கால் அளவு பரிமாணத்தில் கூடக் கணிக்க முடியும் என்றும் நிறுவியுள்ளார்.

அவர் வெளியிட்டுள்ள 150 ஆய்வுகளில் 20 ஆய்வுகள் இயற்பியலைப் பற்றியும், மற்றவை கணக்கோட்பாடு, இடத்தியல் குலம் (topological group) எர்கோடிக் கோட்பாடு, அளவுக் கோட்பாடு (measure theory) தொடர்ச்சியான வடிவக் கணிதம் (continuous geometry) பயன்முறைக் கணிதம், புள்ளியியல், விளையாட்டுக் கோட்பாடு, கணிப்பொறி போன்ற பல பகுதிகளைப் பற்றியும் அடங்கும். 1944இல் ஆஸ்கார் மார்கென்ஸ்டர்ன் என்பாரும், நியூமானும் சேர்ந்து எழுதிய ஆட்டக்கோட்பாடும் பயன்கருதிய இயங்கும் முறையும் (Economic Behaviour) என்னும் நூலில், ஆட்டக்கோட்பாட்டின் ஒரு முக்கியமான தேற்றம் விளக்கப்பட்டிருப்பதிலிருந்து நியூமானின் கணித அறிவின் திறமை நன்கு புலனாகும். மேலும் கணிப்பொறியின் நுட்பங்கொண்டு, துருவப் பகுதிகளில் பனி நிலையை வெப்பமாக்கும் தன்மையைக் கண்டுபிடிக்க அவர் குறிப்பிட்டுள்ள கருத்துகள் இன்றியமையாதவை. இரண்டாம் உலகப்போரின்போது, நியூமான், இராணுவப் படைக்கும் போர்த் தொடர்புடைய மற்றவர்களுக்கும் ஆலோசகராக நியமிக்கப்பட்டார்.

மேலும் இவருடைய திறனுக்காகவும் ஆற்றலுக்காகவும் இவருக்குப் பல்கலைக்கழகங்களால் முனைவர் பட்டங்கள் கொடுக்கப்பட்டன. அறிவியற் கழகங்கள் பலவற்றில் உறுப்பினராகவும், அமெரிக்கக் கணிதச் சங்கத்தின் தலைவராகவும் பணியாற்றியது மட்டுமன்றி 1955ஆம் ஆண்டு அணு ஆற்றல் குழுவின் உறுப்பினராகவும் அமெரிக்க அதிபர் ஐஷன்ஹோவரால் நியமிக்கப்பட்டார். இவ்வாறு பெரும் புகழுடன் வாழ்ந்த நியூமான் 1957இல் புற்றுநோயின் காரணமாக இறந்தார்.

- பங்கஜம் கணேசன்

நியூமோகாக்கஸ்

நியூமோ என்றால் கிரேக்க மொழியில் நுரையீரல் என்றும், காக்கஸ் என்றால் வட்ட வடிவமான செர்ரி பழம் என்றும் பொருள்படும். நுரையீரல்களைப் பாதிக்கும் வட்ட வடிவ நுண்ணுயிரிகள் நியூமோகாக்கஸ் எனப்படும். இவை வட்ட வடிவமாகவோ, தனியாகவோ, இணையாகவோ சங்கிலித் தொடர் போன்றோ கொத்தாகவோ இருக்கலாம். நியூமோகாக்கசை, இங்கிலாந்தில் ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் நிமோனியா என்றும், அமெரிக்காவில் டிப்ளோகாக்கஸ் நிமோனியா என்றும் குறிப்பிடுகின்றனர்.

இந்த நுண்ணுயிரிகள் கிராம் நேர் (gram positive) என்னும் நிலையில் உள்ளன. குருதி அகாரில் வளரச் செய்தால், நுண்ணுயிரிக் கூட்டங்கள் (colonies) சிறியனவாகவும், சாம்பல் நிறமாகவும், பித்த நீரில் கரையக் கூடியனவாகவும், இனுலினை நொதிக்கும் தன்மை கொண்டனவாகவும் உள்ளன.

ஃபிரான்கல் கண்டுபிடித்த நியூமோகாக்கஸ், ஈட்டி வடிவத்துடன், உறையுடன் கூடிய இரு கோளத்துடன் (diplococcous) கிராம் நேராக உள்ளது. சாயமேற்றும் முறைகளால் இந்நுண்ணுயிர்களை எளிதில் தெரிந்து கொள்ளலாம். இதுவரை ஏறக்குறைய 84 வகை நியூமோகாக்கஸ்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இவை அனைத்துமே மனிதருக்கு நோயுண்டாக்குவனவாக இருந்தபோதும், பெரிதும் காணப்படுபவை, 1,2,3,5,,7,8 வகை நுண்ணுயிரிகளேயாகும். 14ஆம் வகை நுண்ணுயிரிகள் குழந்தைகளுக்கு நுரையீரல் அழற்சியை (pneumonia) உண்டாக்கவல்லன.

இந்நுண்ணுயிரிகள் 5-60% மக்களில் இயல்பாகவே மேல் மூச்சுமண்டலத்தில் காணப்படுகின்றன. கால நிலைக்கு ஏற்ப அவை தீங்கு விளைவிக்கின்றன. மூச்சு மண்டல எபிதீலியத்தின் சளிச் சவ்வு, காற்றலைகளின் திசை, விசை, நுண்ணசைவு ஆகியவை நுரையீரல்களை நியூமோகாக்கசிலிருந்து காக்கின்றன. மேற்கூறியவை பாதிக்கப்பட்டு, நோயாளியின் எதிர்ப்பாற்றல் குறைக்கப்பட்டால், நுண்ணுயிரிகள் எச்சில் துகள்கள் மூலம் மூச்சுச் சிற்றறையை அடைந்து நுரையீரல் அழற்சியை பெருமளவில் மரணத்தை உண்டாக்குகிறது. 40 வயதுக்கு மேற்பட்டோரும், நீரிழிவு, இதய நோய்களால் பாதிக்கப்பட்டோரும், 3ஆம் வகை நுண்ணுயிரிகளால் பாதிக்கப்படுகின்றனர். 3ஆம் வகை நுண்ணுயிரி தடித்த உறை கொண்டுள்ளமையால் நியூட்ரோஃபில்களும், பெருவிழுங்கிச் செல்களும் (macrophages) இந்நுண்ணுயிரிகளை எளிதில் துளைத்து விழுங்க முடிவதில்லை.

மூச்சு மண்டல நோய்களை உண்டாக்குவதன் மூலகாரணி முன்னர் டிப்ளோகாக்கஸ் நிமோனியே எனக் கருதப்பட்டது. தற்காலத்தில் ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் நிமோனியே எனப்படும் நுண்ணுயிரிகள் முதன்மை பெறுகின்றன. இவை பெரும்பாலும் நுரையீரல் அழற்சியை உண்டாக்குகின்றன. இவ்வகையைச் சார்ந்த சிலவகை நுண்ணுயிரிகள் மூளை அழற்சியையும், காற்றுக்குழிவு அழற்சியையும், நடுக் காது சீழ் அழற்சியையும் உண்டாக்குகின்றன. இந்நுண்ணுயிரிகளை நுட்பமாகக் கண்டுபிடிப்பதில் ஆப்டோசின்டிஸ்க் கூருணர்வு ஆய்வும் (optochin disksensitivity test) நியூஃபீல்டு குவெல்லங் வினையும் (Neufield cuellung reaction) உதவுகின்றன. நியூமோலைசின், ஊதாப் புள்ளியம் உண்டாக்கும் பொருள் (purpura), நியூரமினிடேஸ் ஆகியவை நச்சுப் பொருள்களில் அடங்கும். இந்நுண்ணுயிரிகளின் வெளி உறையிலுள்ள பாலிசாக்கரேடே இதன் அஞ்சத்தக்க விளைவுகளுக்குக் காரணமாகிறது. கௌண்டர் இம்யூனோ எலக்ட்ரோ ஃபோரசிஸ் (counter immuno electrophoresis) ஆய்வே பெரும்பாலும் இந்நுண்ணுயிரிகளைக் கண்டுபிடிக்கக் கையாளப்படுகிறது. அண்மையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பல நுண்ணுயிரி எதிர் மருந்துகளால், நியூமோகாக்கசின் தீங்களிக்கும் தன்மை பெருமளவில் மட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

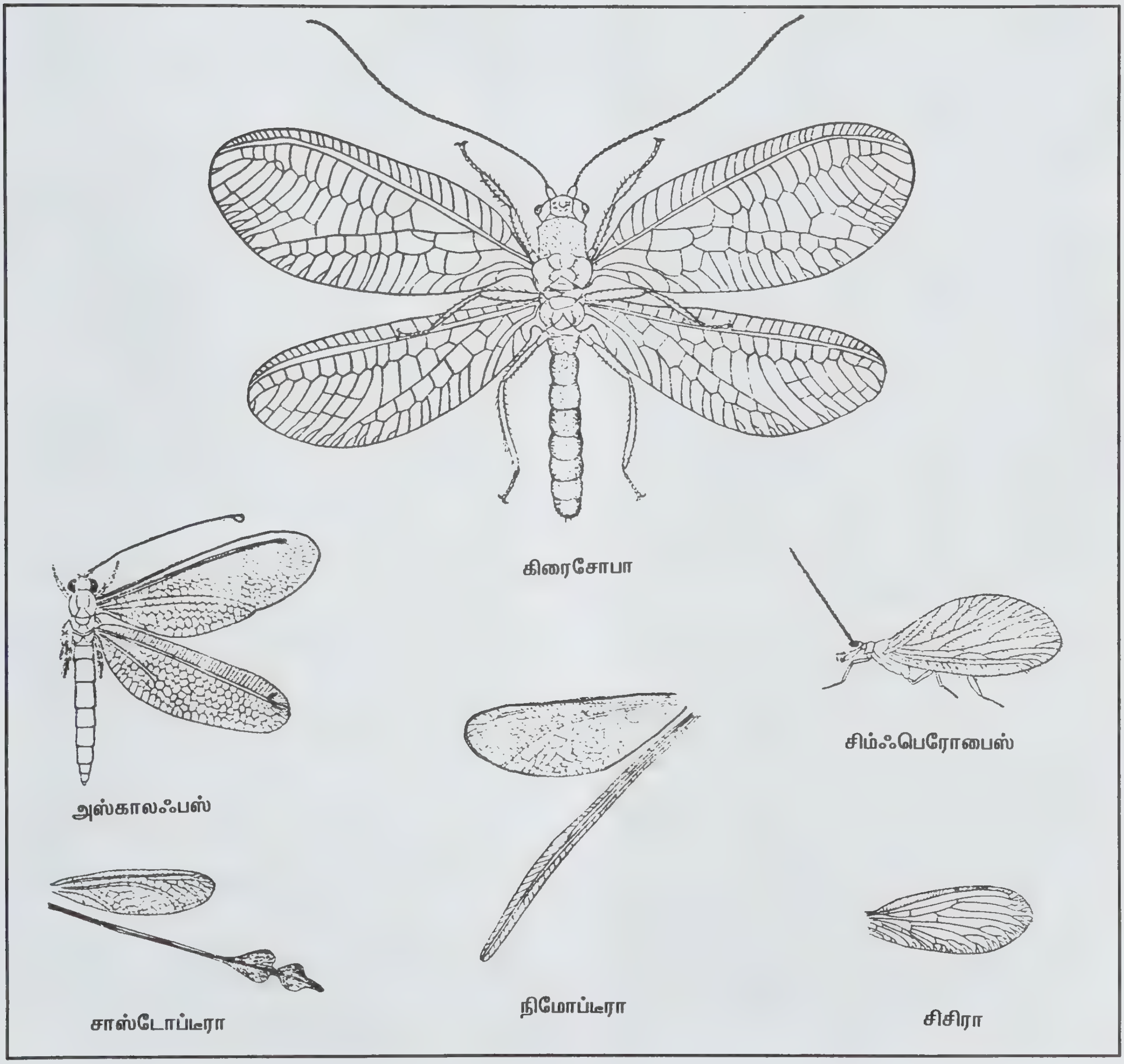
- அ. கதிரேசன்

நியூராப்டீரா

பூச்சிகளின் வகுப்பில் அடங்கும் ஒரு வரிசை நியூப்டீரா ஆகும். இதனைப் பிளனிபீயா எனவும் சிலர் குறிக்கின்றனர். எறும்பு, செடிப்பேன், கரையான் ஆகிய மனிதருக்குக் கேடு தரும் பூச்சிகளை இவ்வரிசையில் உள்ள பூச்சிகள் உண்பதால் மிக உதவிகரமான இயற்கைக் கட்டுப்பாட்டு உயிரிகளாக உள்ளன. இவ்வுயிரிகள் அனைத்தும் நிலத்தில் வாழ்பவை. சிலவற்றின் இளவுயிரிகள் மட்டும் நீரில் வாழ்கின்றன. இப்பூச்சிகளின் உடல், மிகச் சிறியதாய் அல்லது நடுத்தர அளவுடையதாய் அல்லது மிகப் பெரியதாய் உள்ளது. இதுவரை ஏறத்தாழ 4000 இனப் பூச்சிகள் உலகம் முழுவதுமிருந்து கண்டுபிடிக்கப்பட்டு இவ்வரிசையில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. அனைத்து உயிரிகளும் முழுமையான வளர் உருமாற்றம் கொண்டவை. இவற்றின் தோல் மெல்லியதாய் வெண்மை

நியூமோகாக்கஸ்

நிற மாசுப்பொருள் போன்ற மெழுகினைக் கொண்டுள்ளது. தலை மிகச் சிறியதாய், பெரிய கூட்டுக்கண்களைப் பெற்றுக் காணப்படுகிறது. பல கண்டங்கள் கொண்ட நீண்ட உயர் கொம்புகள் கிளைகள் பெற்றோ, கொத்தாகவோ உள்ளன. முன் மார்புப் பகுதி மிகச் சிறியதாய் உள்ளது. கால்கள் உருளை வடிவில் கணுக்கால் கண்டத்தில் முள் அற்றுக் காணப்படுகின்றன. கணுக்கால் கண்டம் 5 கணுக்களைப் பெற்றது. இதில் எளிமையான நகங்கள் உள்ளன. இரு இணை, ஒத்த அளவுடைய, இலை வடிவ, பல நிறங்கள் கொண்ட சவ்விறக்கைகள் உள்ளன. இறக்கைகள் இருந்தபோதிலும் அவை பறக்கும் தன்மையற்றன. இறக்கைகளில் வலை போன்ற நரம்பமைப்புக் காணப்படுகிறது. இதிலும் மாவு போன்ற மெழுகுப்பொருள் உள்ளது. இறக்கைச் சிரை ரேகைகளில் முடி உள்ளது. இவற்றின் இறக்கையமைப்பு அந்துப்பூச்சிகளின் இறக்கையமைப்பை ஒத்துள்ளது. இதன் வயிற்றுப்பகுதி உருவை வடிவில் 10 கண்டங்களால் ஆக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் முதல் கண்டம் மட்டும் மிகச் சிறியதாக உள்ளது.



இவற்றில் கடிக்கும் வகை வாயுறுப்புக் காணப்படுகிறது. வாயுறுப்பில் மேலுதடு அகன்றும், அரைத்தாடைகள் பற்கள் போன்றும், துருவத்தாடை நீட்சி 5 கணுக்கள் பெற்றும், கீழுதடு நீட்சி 3 கணுக்கள் பெற்றும் காணப்படுகின்றன. நாக்கு 3 கதுப்புகளைக் கொண்டு நன்கு வளர்ச்சியடைந்துள்ளது. தொண்டை உறிஞ்சுழல், தொண்டையில் உள்ளது. முன் உணவுக்குழலின் பின்பகுதி பெரிய உணவுப்பையாகி உள்ளது. நடுக்குடல் வயிற்றின் இறுதிப் பகுதியிலும், மலக்குடல் சிறியதாய் 6 மலப்புழை நீட்சிகள் பெற்றும் உள்ளன. 8 மல்பீஜியன் குழல்கள் காணப்படுகின்றன. தலையில் அரைத்தாடைச் சுரப்பிகள் (mandibulate glands) ஓரிணையும் மார்பில் கீழுதட்டுச் சுரப்பிகள் (labial glands) ஓரிணையும் உள்ளன. மார்பில் 2 இணையும், வயிற்றில் 8 இணையும் சுவாசக்குழல் (spiracle) துளைகள் காணப்படுகின்றன. வயிற்றுப்புற நரம்பு வடம், 3 மார்பு நரம்புத் திரட்சிகளையும், வயிற்றில் 7 நரம்புத் திரட்சிகளையும் கொண்டது.

ஆண் இனப்பெருக்க உறுப்புகளான விந்தகங்கள் இரண்டு உள்ளன. சிற்சில உயிரிகள் இரண்டும் ஒன்றாக இணைந்து பல நீட்சிகளைப் (follicles) பெற்றிருக்கும். பெரிய விந்துப்பை இரு பகுதிகளாகக் காணப்படுகிறது. இதன் விந்து நாளங்கள் இரண்டும் ஒன்றாகி விந்து வீச்சுப்பையாகியுள்ளன. இவற்றிற்கு உண்மையான கலவி உறுப்பு கிடையாது. இருப்பினும், 10ஆம் மார்பெலும்பு கலவி உறுப்பாகச் செயல்படுகிறது. பெண் இனப்பெருக்க உறுப்பான சூலகங்களும் ஓரிணையாகக் காணப்படுகின்றன. இதில் 12 சூல்குழல்கள் உள்ளன. சிமெண்ட் சுரப்பிகள் பெண் இனப்பெருக்கப் புழையில் திறக்கின்றன. 8ஆம் மார்பெலும்பில் பெண் இனப்பெருக்கத் துளை காணப்படுகிறது. நாற்றச் சுரப்பிகள் (odoriferous) சில இனங்களில் காணப்படுகின்றன.

இளவுயிரிகள் தைசனூரிஃபார்ம் (Thysanuriform) வகையைச் சார்ந்தவை. தனித்த சிறிய தலையுடன் உடல் 5-7 கண்டங்கள் பெற்றும், சிறிய உணர்கொம்புகள் பெற்றும் உள்ளன. வாயுறுப்பின் கீழுதடு குறைந்த நிலையிலும், பல கணுக்கள் பெற்றும், துருவத்தாடைகள் குறைந்து கத்தி போன்ற உறுப்போடும் குழலாகக் காணப்படும். கணுக்கால் கண்டம் அசையும் தன்மையற்றதாய் உள்ளது. வாய்த்துளை சரியாக இராமல் ஆனால் நீர்மபொருள்களை உறிஞ்சும் வகையில் தொண்டைப் பகுதி கொண்டு காணப்படுகிறது. வயிற்றுப்புறத்தின் பக்கவாட்டில் இணையாகப் பல நீட்சிகள் உள்ளன. 6-8 மல்பீஜியன் குழல்கள் உள்ளன. பட்டுப்போன்ற பொருளை உற்பத்தி செய்யும் சுரப்பிகளைப் பெற்றுள்ளன. சுவாசக் குழலின் ஓரிணை மார்பிலும் 8 இணை வயிற்றிலும் உள்ளன.

சிசிரிடே குடும்ப இளவுயிரிகள் மட்டும் நீரில் வாழ்பவை. இவை நீரில் வாழும் சிறு மீன்களையும் இளவுயிரிகளையும் உண்கின்றன. நிலவாழ் இளவுயிரிகள் மென்மையான உடல்கொண்ட பூச்சிகள். நீர்வாழ் இளவுயிரிகளில் சுவாசக்குழல் செவுள்கள் உள்ளன. வயிற்றுப்புற நரம்பு வடத்தில் 3 மார்புத் திரட்சிகளும் 10 வயிற்று நரம்புத்திரட்சிகளும் உள்ளன. ஸ்பின்ரைட் என்னும் பட்டுப்பொருள் சுரப்பியிலிருந்து சுரக்கும் நீர்மத்தால் தன்னைச் சுற்றிக்கொண்டு தனித்த கூட்டுப்புழுவாகிறது. இவ்வகைப் பூச்சிகளின் ஆண் XY வகைக் குரோமோசோமையும், பெண் XX வகைக் குரோமோசோமையும் பெற்றவை. இவை 12-18 இணை குரோமோசோம்களைக் கொண்டுள்ளன. நியூராப்டீரா வரிசை பின்வரும் 13 குடும்பங்களாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

இத்தோனிடே. இவை பெரிய தடித்த உடலுடைய பூச்சிகள். இறக்கைகள் 40-70 மி.மீ. நீளமுடையவை. ஆஸ்திரேலியா, டாஸ்மேனியா நாடுகளின் மணற்பகுதிகளில் வாழ்கின்றன. வேகமாக ஓடும் தன்மை பெற்றவை. இருளான பொந்துகளில் வசிப்பவை. இறக்கைகளை மடக்கிய நிலையில் கரப்பான் பூச்சியை ஒத்துள்ளன. முட்டைகள் மணலில் குழித்தோண்டி இடப்படுகின்றன. முட்டைகளிலிருந்து மென்மையான உடல் கொண்ட வெண்மை நிற, கண்களற்ற இளவுயிரி வெளிவருகிறது. இவற்றிற்குச் சிறிய தாடைகளும் அரைவைத்தாடைகளும் உள்ளன. இவை வேறு துருவு உயிரிகளின் இளவுயிரிகளை உணவாக உண்பவை. எ.டு. இத்தோன்.

கோனியோப்டெரிஜிடே. உருவத்தில் மிகச் சிறிய இவை மென்மையான உடல் கொண்டவை. தெள்ளுப் பூச்சிகளைப் போலவே இருக்கும் இவற்றின் உடலும் இறக்கைகளும் வெண்மை நிற மாவுப்பொருள் கொண்டுள்ளன. உணர்கொம்புகள் 16-43 கணுக்கள் பெற்றுப் பல கிளைகளுடன் விளங்குகின்றன. இறக்கைகளில் ஒரு சில சிரை ரேகைகளே காணப்படுகின்றன. கண்கள் மிகப் பெரியனவாய் உள்ளன. முட்டைகள் மரப்பட்டைகளில் இடப்பட்டு அவற்றிலிருந்து இளவுயிரிகள் வெளிவருகின்றன. இளவுயிரிகளின் முன்முனையும் பின்முனையும் கூர்மையாக உள்ளன. துளைக்கும் வகை வாயுறுப்பு கொண்ட இப்பூச்சிகளின் மலப்புழையில் சுரக்கும் பட்டின் உதவியினால் கூட்டுப்புழுவாக்கம் நடைபெறுகிறது. 6 மல்பீஜியன் குழல்களே உள்ளன. வயிற்றுப்பகுதியில் மட்டும் நரம்பு வடம் உள்ளது. இவை பிரிட்டன் நாட்டில் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. எ-டு: கோனியோப்டெரிக்ஸ்.

டைலாரிடே. மிகச் சிறிய குடும்பமான இது மற்றக் குடும்ப உயிரிகளிலிருந்து வேறுபடுகிறது. ஆணில் உறுதியான இணைகளுடைய உணர்கொம்புகளும், பெண்ணில் முட்டையிடும் உறுப்பும் உள்ளன. இவை வட அமெரிக்கா, ஜப்பான் ஆகிய நாடுகளில் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. எ-டு: டைலாடர்.

பெரோசிடே. சிறிய உருளை வடிவப் பூச்சிகளான இவற்றிற்குப் பல வடிவ மயிர் நிரம்பிய இறக்கைகள் காணப்படுகின்றன. முட்டைகள், முட்டைக் காம்புப் பெற்றுள்ளன. நீண்ட குறுகிய தலையும், சிறிய அரவைத்தாடைகளையும் இளவுயிரி கொண்டுள்ளது. இந்தியா, வட அமெரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா ஆகிய நாடுகளில் இவை காணப்படுகின்றன. எ-டு: டிரைக்கோமா, ஸ்பெர்மோஃபோரேல்லா.

சிசிரிடே. இவை குறைந்த சிரையமைப்புள்ள இறக்கைகள் கொண்டவை. இவை நன்னீர்க் கடற்பஞ்சுகளுடன் கூடி வாழ்பவை. சிறிய முட்டைகளை இரு தொகுதிகளாக இலைகளில் இடுகின்றன. பெண் உயிரிகள் முட்டைகள் மேல் அமர்ந்து அடைக்காப்பது போல் செயல்படுகின்றன. இளவுயிரிகள் கடற்பஞ்சின் உடலில் துளையிட்டு ஒட்டிக் கொள்கின்றன. மஞ்சள், பச்சை நிறத்துடன் முடி பெற்றுக் காணப்படுகின்றன. பல கணுக்களைப் பெற்ற 7 இணைச் செவுள்கள் உள்ளன. நீண்ட உணர் கொம்பு, அரைவைத்தாடை, துருவத்தாடை பெற்றும் கீழுதடு நீட்சிகள் பெறாமலும் உள்ளன. கால்களில் எளிய சிறு நகங்கள் உள்ளன. கூட்டுப்புழுவாக்கம் நீருக்கு வெளியே நடைபெறுகிறது. எ-டு: சிசிரா, கிளைமேசியா.

ஹெமரோபிடே. இவற்றின் இளவுயிரிகள் உறிஞ்சும்வகை வாயுறுப்புக் கொண்டவை. இறக்கைகளில் வலை போன்ற சிக்கலான சிரையமைப்பு உள்ளது. சிறிய உணர் கொம்புகள் காணப்படுகின்றன. முட்டைகள் தனித்து இடப்படுகின்றன. இவற்றிலிருந்த பெரிய, மென்மையான உடல் கொண்ட இளவுயிரிகள் வெளிவருகின்றன. உடல் முழுவதும் முடி உள்ளது. வாயுறுப்புகள் சற்று உறுதியாக வளைந்த நிலையில் விளங்குகின்றன. இளவுயிரிகள் கிரீம் நிறத்தில் பழுப்பு நிறப் புள்ளிகள் கொண்டு காணப்படுகின்றன. உலகம் முழுவதும் பரவியுள்ள இவை தெள்ளுப்பூச்சிகளை உண்கின்றன. எ-டு ஹெமரோபையஸ்.

சைகோப்சிடே. மிகச் சிறிய உணர்கொம்பு கொண்டவை. வாழ்க்கைச் சுழல் ஏறத்தாழ ஓராண்டு நடைபெறுகிறது. இவை ஜனவரி, பிப்ரவரி மாதங்களில் முட்டையிடுகின்றன. இவற்றிலிருந்து மிகப்பெரிய தலையுடன் கூடிய இளவுயிரி வெளிவருகிறது. இவை பெரிய அரைவைத்தாடைகள் கொண்டவை. முற்றிலும் மரப்பொந்துகளில் வாழ்பவை. சில வேளைகளில் மரப்பட்டைகள் இடுக்குகளிலும் வாழ்கின்றன. தாவரங்களிடையே கசியும் ஒட்டுப்பொருள்களை உணவாகக் கொள்கின்றன. கூட்டுப் புழுவாக்கம் மூன்று வாரம் நடைபெறுகிறது. இரவு வாழ் உயிரிகளான இவை ஆஸ்திரேலியா, தென் ஆப்பிரிக்கா, திபெத், சீனா, மியான்மர் ஆகிய நாடுகளில் பரவியுள்ளன. எ-டு: சைகாப்சிஸ்.

ஆஸ்மைலிடே. இவற்றின் அழகிய நிறம் கொண்ட பெரிய இறக்கைகள் அதிக சிரையமைப்புப் பெற்றவை. நீரோடைகளுக்கு அருகிலுள்ள தாவரங்களில் வாழ்வன. இளவுயிரிகள் நீருக்கருகில் உள்ள கற்களுக்கிடையே காணப்படுகின்றன. இப்பூச்சிகள் உருளை வடிவ நீட்சி அமைப்பு அரைவைத்தாடைகளையும், துருவுதாடைகளையும் பெற்றவை செவுள்கள் காணப்படவில்லை. சுவாசக்குழல்கள் உள்ளன. இவை டிப்டீரா வகை இளவுயிரிகளை உண்பவை. எ-டு: ஆஸ்மைலஸ்.

மான்டிஸ்பிடே. இவை நீண்ட முன்மார்புப் பகுதி பெற்றவை. முன்கால்கள் சுரண்டும் தன்மை பெற்றவை. கணுவிலுள்ள முள்கள் இரையைப் பிடித்துக் கொல்ல உதவுகின்றன. இப்பூச்சிகள் பெரும்பாலும் வெப்ப நாடுகளில் காணப்படுகின்றன. முட்டைகள் நீண்ட காம்புகளைப் பெற்றுள்ளன. இளவுயிரிகள் நீண்டு, நீட்சிகள் அற்றுக் காணப்படுகின்றன. இவை சிலந்திகளின் கூட்டுப்புழுவைத் துளைத்து அதனுள் உள்ள உயிரியை உண்கின்றன. பெரியனவாகிய பின்னர் சிலந்திகளின் கூட்டுப்புழுப் பெட்டகத்தையே தம் கூட்டுப்புழுப் பெட்டகமாக ஆக்கிக் கொள்கின்றன. இவற்றை முதிர் சிலந்திகள் பாதுகாக்கின்றன. இதேபோல் சில ஹைமனாப்டீராவில் உள்ள அக்குலியேட்டா வகைப் பூச்சிகளோடும் இணைந்து வாழ்கின்றன. எ-டு: மான்டிஸ்பா.

கிரைசோபிடே. இவற்றின் உடல், இறக்கை, கால்கள் ஆகியன ஆழ்பச்சை நிறத்தில் உள்ளன. கண்கள் மினுமினுப்புத் தன்மை பெற்றவை. சில பூச்சிகள் கெடுநாற்றம் உண்டாக்கக் கூடிய முன்மார்புச் சுரப்பிகள் (prothoracic glands) கொண்டவை. இலைகளுடைய உணர்கொம்புகள் கொண்டவை. முட்டைகளைக் கூட்டமாக இடுகின்றன. முட்டையுடன் ஓர் ஒட்டுப்பொருளும் இடப்பட்டு இலைகளில் ஒட்டி வைக்கப்படுகிறது. இளவுயிரி பழுப்பு அல்லது வெண்மை நிறத்தில் உள்ளது. இவ்வகைப் பூச்சிகள் தீங்குயிரிப் பூச்சிகளை உண்பதால் மனிதனுக்குச் சிறந்த வகையில் உதவுகின்றன. இவை நியூசிலாந்து நாட்டைத் தவிர மற்ற நாடுகளில் காணப்படுகின்றன. எ-டு: லெஸ்விங்ஸ், கிரைசோபா.

நெபோப்டெரிடே. இவை நீளமான உடல் கொண்ட உயிரிகள். நாடாவைப் போன்ற இறக்கைகள் கொண்டவை. தலையில் நீண்ட மூக்குப் பகுதிகள் உள்ளன. தரையில் சிறிது தொலைவு மேலும் கீழும் பறப்பன. வாழ்க்கைச் சுழல் ஏறத்தாழ ஓராண்டாகும். முட்டைகளைத் தூசிகளிடையே இடுகின்றன. இளவுயிரி பெரிய தலையுடனும் நீண்ட வளைந்த பற்கள் கொண்ட அரைவைத்தாடைகளுடனும் உள்ளது. தலை, மார்புடன் இரு கண்டங்களாலான கழுத்தினால் இணைக்கப்படுகிறது. இப்பூச்சிகள் சிறிய பூச்சிகளை உணவாக உண்கின்றன. கூட்டுப்புழு மண், இலை, தன் உமிழ்நீர் இவற்றால் சூழப்பட்டுள்ளது. இப்பூச்சிகள் தெற்கு ஐரோப்பா, எகிப்து, பாலஸ்தீனம் ஆகிய நாடுகளில் உள்ளன. எ-டு: குரோசி, டீரோகுரோசி.

அஸ்காலபிடே. இவை நன்கு பறக்கும் தன்மை பெற்றவை. இரவு நேரங்களில் வசிப்பவை. உருவத்தில் தட்டான்களைப் போன்றவை. முட்டைகளை வரிசையாகப் புற்களிலும், குச்சிகளிலும் இடுகின்றன. இப்பூச்சிகள் தெற்கு ஐரோப்பாவிலும் பாரிசிலும் காணப்படுகின்றன. எ-டு: உலுலா, சூடோடைனா, அஸ்காலஃபஸ்.

மிர்மிலியான்டிடே. இவை உருவத்தில் தட்டான்களை ஒத்தவை. குறுகிய நீண்ட உடல் கொண்டவை. இவற்றின் இளவுயிரி எறும்புச்சிங்கம் (ant lion) எனப்படுகிறது. இப்பூச்சிகள் பகலில் மரம், செடிகள் ஊடே மறைந்து வாழ்வன. இரவில் இரை தேடுபவை. சிறிய உணர்கொம்புகள், பெரிய அகன்ற இறக்கைகள் போன்றவை பழுப்பு அல்லது கறுப்பு நிறத்தில் காணப்படும். முட்டைகளை மணலில் இடுகின்றன. இளவுயிரி மணலில் குழிதோண்டித் தாடைகளை மட்டும் வெளிநீட்டிக் கொண்டு புதைந்துள்ளது. இதனூடே வரும் எறும்பு போன்ற பூச்சிகளைப் பிடித்து உள்ளிழுத்து அவற்றின் உடற்சாற்றை உறிஞ்சும். இளவுயிரிகள் நீள் வட்ட வடிவில் தட்டையாகப் பெரிய தலையுடன் காணப்படுகின்றன. இவ்வகைப் பூச்சிகள் இந்தியா, ஐரோப்பா, ஃபின்லாந்து நாடுகளில் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. எ-டு: எறும்புச்சிங்கம், மிர்மிலியான்.

- ஞா. ஸ்ரீதரன்

துணைநூல். M.S. Mani, *General Entomology*, Oxford and IBH Publishing Company, New Delhi, 1982.

நியோடைமியம்

நியோடைமியம், பிரசியோடைமியம் ஆகியவற்றின் கலவை டைடிமியம் எனப்படுகிறது. இவையிரண்டும் அருமண் கலவையிலிருந்து ஒன்றாகச் சேர்ந்து வெளிப்படுகின்றன. உருக்கப்பட்ட குளோரைடுகளை மின்னாற்பகுக்கும்போது, டைடிமியம் உலோகம் கிடைக்கிறது. நியோடைமியம் உலோகம் சிலிகேட்டுகளைத் தாக்குவதால், உருக்கப்பட்ட குளோரைடுகளை மக்னீசியம் புடக்குகையில், மின்னாற்பகுக்க வேண்டும்.

Ia	IIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIII	VIII	VIII	Ib	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	0
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Ha	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118

லாந்தனைடு தொகுதி	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
ஆக்டினைடு தொகுதி	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

ஜேம்ஸ் முறை (சீரியம் குடும்பத்தைப் பிரித்தெடுத்தல்.) இம்முறையில் அருமண் தொகுப்பை இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்க, சோடியம் சல்ஃபேட் பயன்படுகிறது. La, Ce, Pr, Nd, Sa, Eu, Gd ஆகியன வீழ்படிவிலும் Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Y, Yb, Lu ஆகியன வடிகட்டிய நீரிலும் இருக்கும். அருமண் தனிமங்களின் சல்ஃபேட் அல்லது குளோரைடு அல்லது நைட்ரேட்டுடன் தூளாக்கப்பட்ட பொட்டாசியம் சல்ஃபேட் அல்லது சோடியம் சல்ஃபேட்டைக் கலக்கும்போது இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிகின்றன. சீரியம் வகுப்புத் தனிமங்கள் டை சல்ஃபேட் படிகங்களாக வீழ்படிகின்றன. இட்ரியம் வகுப்புத் தனிமங்களின் சல்ஃபேட்டுகள் கரைசலில் இருக்கும். இவையிரண்டும் வடிகட்டிப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

இவ்வாறு உண்டாகும் இரட்டைச் சோடியம் சல்ஃபேட்டுகள், காரத்தைக் கொண்டு சிதைக்கப் படுகின்றன. இதனால் உண்டாகும் ஹைட்ராக்சைடுகள்,

நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைக்கப்படுகின்றன. இந்தக் கரைசல் நடுநிலையாக்கப்பட்டு, இதனுடன் பொட்டாசியம் புரோமேட் கலக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் சீரியம் வடிகட்டிப் பிரிக்கப்படுகிறது. சீரியம் பிரித்தெடுப்பிற்குப் பின் எஞ்சியுள்ள வடிகட்டிய நீருடன் ஆக்சாலிக் அமிலத்தைச் சேர்ப்பதால் பிற சீரியம் வகுப்புச் சேர்மங்கள் ஆக்சலேட்டுகளாக மாற்றப்படுகின்றன.

இந்த ஆக்சலேட்டுகளை உயர் வெப்பநிலையில் ஆக்சைடுகளாக மாற்றிய பிறகு நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைத்து மக்னீசியம் ஆக்சைடால் நடுநிலையாக்கப்படும். இவ்வாறு உண்டாகும் இரட்டை மக்னீசியம் நைட்ரேட் உப்புகள் பகுதி முறையில் படிகமாக்கப்படுகின்றன. மிகக் குறைந்த கரையும் தன்மை உடைய La, Nd ஆகியன முதலிலும் Pr, Nd ஆகியன இரண்டாவதாகவும் Nd மூன்றாவதாகவும் இறுதியாக மிக அதிக கரையும் தன்மை உடைய Sa, Eu, Gd ஆகியனவும் படிகமாக்கப்படுகின்றன. பிரசியோடைமியம், நியோடைமியம் ஆகியவற்றின் இரட்டை மக்னீசியம் நைட்ரேட் உப்புகள், அவற்றின் ஆக்சைடுகளாக மாற்றப்பட்டு நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைக்கப்படுகின்றன. இந்தக் கரைசலை மாங்கனீஸ் கார்போனேட் கொண்டு நடுநிலையாக்கும்போது உண்டாகும் பிரசியோடிமியம், நியோடிமியம் ஆகியவற்றின் இரட்டை மாங்கனீஸ் நைட்ரேட் உப்புகள் பகுதி முறையில் படிகமாக்கப்படுகின்றன. இம்முறையில் முதலில் பிரசியோடைமியம் மாங்கனீஸ் நைட்ரேட் படிகமாக்கப்படுகிறது. நியோடைமியம், எஞ்சிய மூலநீர்மமான இரட்டை மாங்கனீஸ் நைட்ரேட்டிலிருந்து பெறப்படுகிறது.

பண்புகள். நியோடைமியம் மஞ்சள் நிற உலோகம். இது துத்தநாகத்தைப் போலக் கனமானது. நியோடைமியத்தின் சேர்மங்கள் சிவப்பு அல்லது சிவப்பு கலந்த ஊதா நிறத்தை உடையன. நியோடைமியம் உப்புகள் சிலவகையான கண்ணாடிகளை நிறமாக்கப் பயன்படுகின்றன.

220°c வெப்பநிலையில் நியோடைமியம், ஹைட்ரஜனுடன் கலந்து ஹைட்ரைடை (NdH_3) உருவாக்குகிறது. உலர்ந்த காற்றில், இந்த உலோகம் பளபளப்புத் தன்மையுடையது. ஆனால் ஈரம் படும்போது அதன் பளபளப்பு குறைந்துவிடுகிறது. நியோடைமியம் உப்புக் கரைசலுடன் அம்மோனியம் அல்லது சோடியம் ஹைட்ராக்சைடைக் கலக்கும்போது நீலநிறமுள்ள நியோடைமியம் ஹைட்ராக்சைடு ($Nd(OH)_3$) வீழ்படிவாகிறது.

நியோடிமியம் ஃப்ளூரைடு (NdF_3). நியோடிமியம் கார்பைடு சேர்மம் ஃப்புளூரினுடன் வினைபுரியும்போது பெறப்படுகிறது. நியோடிமியம் குளோரைடு ($NdCl_3$) சேர்மம், குளோரின் வளிமம் நியோடைமியம் கார்பைடுடன் வினைபுரியும்போது உண்டாகிறது. நியோடைமியம் குளோரைடு நீரை உட்கொள்ளும் தன்மை உடைய ஒரு படிகமாகும். இது 784°c வெப்பநிலையில் உருகி, சிவப்பு நிற நீர்மத்தைக் கொடுக்கிறது. இத்தகைய நீர்த்த படிகங்களைக் ($NdCl_3$ $6H_2O$) காற்றில் சூடுபடுத்துவதன் மூலம் ஆக்சிகுளோரைடு ($NdOCl$) பெறப்படுகிறது. நியோடைமியம் குளோரைடு ஆல்கஹாலில் கரைந்து ($NdCl_3$ $3C_2H_5OH$) படிகங்களை உண்டாக்குகிறது. இதேபோல, பிரிடின் கரைசலில் கரைந்து ($NdCl_3$ $3C_5H_5N$) படிகங்களைத் தருகிறது. இதன் நீரற்ற குளோரைடு அம்மோனியாவை ஏற்று $NdCl_3$ $12NH_3$ ஐக் கொடுக்கிறது. நீரற்ற நியோடைமியம் புரோமைடு ($NdBr_3$)பௌரியன்ஸ் முறையில் தயாரிக்கப்படுகிறது. இம்முறையில், நியோடைமியம் ஆக்சைடை, சல்ஃபர் குளோரைடு மற்றும் ஹைட்ரோபுரோமிக் அமிலத்துடன் வினைப்படுத்துவதன் மூலம் பெறப்படுகிறது. நீரற்ற நியோடைமியம் குளோரைடை ஹைட்ரஜன் அயோடைடுடன் சூடுபடுத்தும்போது நியோடிமியம் அயோடைடு (NdI_3) உருவாகிறது.

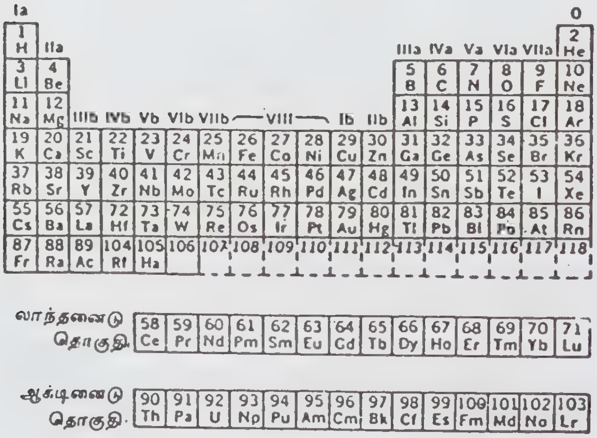
நீரற்ற நியோடைமியம் சல்ஃபேட்டை, ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு வளிமத்துடன் கலந்து சூடுபடுத்தும்போது நியோடைமியம் சல்ஃபைடு (Nd_2S_3) உண்டாகிறது. நியோடைமியம் சல்ஃபேட் ($Nd_2(SO_4)_3$) நியோடைமியம் கார்போனேட் அல்லது ஆக்சைடை, நீர்த்த கந்தக அமிலத்தில் கரைப்பதன் மூலம் பெறப்படுகிறது. இத்தனிமத்தின் ஆக்சிசல்ஃபேட் ($Nd_2O_2SO_4$), ஹைட்ரோசல்ஃபேட் ($Nd(HSO_4)_3$), நியோடைமியம் சல்போட்டோ சீரேட் ($NdH\ (Ce\ (SO_4)_3$) போன்ற இரட்டை உப்புகளும் அறியப்பட்டுள்ளன. கார்பன் டைஆக்சைடு நியோடைமியம் ஆக்சைடுடன் வினைபுரியும்போது சிவப்பு நிற நியோடைமியம் கார்போனேட் ($Nd_2\ (CO_3)_3\ XH_2O$) உண்டாகிறது. இது சோடியம் அல்லது பொட்டாசியத்துடன் இரட்டைக் கார்பனேட்டுகளான $3NaCO_3\ 2Nd_2\ (CO_3)_3\ I_{12}H_2O)$ மற்றும் $K_2CO_3\ .\ Nd_2\ (CO_3)_3.I_{12}H_2O$ ஆகியவற்றைக் கொடுக்கிறது.

நைட்ரிக் அமிலத்தை நியோடைமியம் ஆக்சைடு, ஹைட்ராக்சைடு அல்லது கார்போனேட்டுடன் வினைப்படுத்தும்போது நியோடைமியம் நைட்ரேட் $Nd(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ உண்டாகிறது. இரட்டை ருபீடியம் நைட்ரேட், இரட்டை அம்மோனியம் நைட்ரேட் முதலிய உப்புகளும் பெறப்பட்டுள்ளன.

- ந. ஜெயக்குமார்

நியோபியம்

இவ்வுலோகம் தனிம மீள் வரிசை அட்டவணையில் 5b தொகுதியிலுள்ள மூன்று இடைநிலைத் தனிமங்களில் இரண்டாம் தனிமமாக உள்ளது. இதன் அணு எண் 41; அணு நிறை எண் 92.902; வேதிக் குறியீடு Nb நியோபியத்தின் (niobium) இணைதிறன் எலெக்ட்ரான் அமைப்பு வருமாறு: $4d^4\ 5s^1$; எனவே, இதன் பெரும ஆக்சிஜனேற்ற நிலை ஐந்து (V) ஆகும். இரண்டு (II), மூன்று (III), நான்கு (IV) ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளும் உடைய நியோபிய சேர்மங்கள் உள்ளன. நியோபியம் அயனியின் (Nb^{5+}) அணு ஆரம் (0.70A°); டாண்டலம் அயனியின் (Ta^{5+}) அணுஆரத்தை (0.73A°) ஒத்துள்ளமையால் பெரும்பாலும் இவ்விரு தனிமங்களும் இயற்கையில் கிடைக்கும் கனிமங்களில் இணைந்தே காணப்படுகின்றன. (எ-டு : $(Fe, Mn,)(Nb, Ta)_2O_6$ பைரோகுளோர் ($NaCaNb_2O_6$) என்னும் கனிமத்தில் நியோபியம், டாண்டலம் தனிமம் கலக்காத நிலையில் கிடைக்கிறது. புவி மேற்பரப்பில் நியோபியம் தனிமம் $2.4 \times 10^{-3}\%$ என்னும் அளவில் பரவியுள்ளது. இந்த அளவு டாண்டலம் தனிமத்தின் மலினத்தைப்போல் பத்து மடங்கு ஆகும்.



புவிமேற்பரப்பில் காரீயத்தைவிட மிகுதியாகவும், தாமிரத்தைவிடக் குறைவாகவும் நியோபிய கனிமங்கள் கிடைக்கின்றன. இயற்கையில் நியோபியம் டாண்டலம் கனிமத்துடன் இணைந்தே கிடைக்கிறது. இதன் கனிமங்களான கூலும்பைட் $(Fe(NbO_3)_2)$ (80% Nb_2O_5), பைரோகுளோர் (50% Nb_2O_5), சாமார்ஸ்கைட் (50% Nb_2O_5) ஆகியவை பெருமளவில் தெற்கு ஆஸ்திரேலியா, தெற்கு டகோட்டா ஆகிய இடங்களில் கிடைக்கின்றன.

வரலாறு. 1801ஆம் ஆண்டில் இங்கிலாந்தின் வேதியியல் வல்லுநரான ஹாட்செட் (Hatchett) என்பார் வட அமெரிக்காவிலிருந்து கொண்டுவரப்பட்டதும், இங்கிலாந்து அருங்காட்சியகத்தில் நீண்டகாலமாக வைக்கப்பட்டிருந்ததுமான ஒரு தனிமத்தில் புதியதொரு உலோக ஆக்சைடு படர்ந்து இருப்பதைக் கண்டறிந்தார். இந்த ஆக்சைடைத் தரும் கனிமத்திற்குக் கொலம்பியம் (columbium) எனப் பெயரிட்டார். இப்பெயர் கொலம்பைட் எனப்படும் கனிமத்திலிருந்து பெறப்பட்டதாகும். ஹாட்செட்டினால் கொலம்பியத்தைத் தனியே பிரித்தெடுக்க முடியவில்லை. 1944இல் ரோஸ் என்பார் கொலம்பைட் கனிமத்தில் இரண்டு தனிமங்கள் உள்ளன என்று கண்டறிந்தார். அவற்றிலொன்று, 1802ஆம் ஆண்டு இகெபெர்க் (Ekeberg) என்பார் கண்டுபிடித்த டாண்டலம் தனிமம் ஆகும். இதனோடு இணைந்து காணப்பட்ட மற்றொரு தனிமம் இதனுடன் பெரிதும் ஒத்திருந்தது. ஆனால் நிறையில் மட்டும் வேறுபட்டிருந்தது. இத்தனிமத்திற்கு நியோபியம் எனப் பெயரிடப்பட்டது. கிரேக்கப் புராணக் கடவுளான டான்ட்டலஸ் என்பாருடைய மகளின் பெயர் நியோப் என்பதாகும். இத்தனிமத்தின் பழைய பெயரான கொலம்பியம் என்பது ஆங்கில வழக்கில் மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகிறது. நியோபியம் என்ற பெயரே நன்கு அறிந்த ஒன்றாக இருந்து வருகிறது.

நன்கு பொடியாக்கப்பட்ட கனிமத்தைப் பொட்டாசியம் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைட்டுடன் சேர்த்து உருக்கிக் கிடைக்கும் பொருளை நீரில் கரைத்தால் டாண்டலம், நியோபியம் ஆகியவற்றின் பெண்டாக்சைடுகள் வீழ்படிவாகின்றன. இதிலிருந்து டாண்டலம், நியோபியம் ஆகியவற்றின் ஆக்சைடுகள் வேதிமுறையில் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. இதனைப் பொட்டாசியம் ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடுடன் சேர்த்துக் காய்ச்சிக் கிடைக்கும் கரைசலைக் குளிர்வித்துப் பின்னைப் படிகமாக்கலுக்குட்படுத்தும்போது நியோபியம் மூலநீரிலும் டாண்டலம் படிகங்களிலும் எஞ்சும்.

நியோபியம் எஃகினை ஒத்த வலிமையுடைய சாம்பல்நிற உலோகம். பெரிதும் பளப்பளப்பானது; டாண்டலத்தைவிடக் குறைவாகவே கம்பியாக இழுக்க இயலும் தன்மையுடையது. நியோபியம் உலோகம் பொருள் மையக்கன சதுர (bcc) அமைப்பில் படிகமாகிறது. 20°C இல் இதன் அடர்த்தி 8.58கி/செ.மீ^{3}; உருகுநிலை 2468 (110)°C; கொதிநிலை 4927°C. உருகிய K_2NbF_6 சேர்மத்தை மின்னாற்பகுத்தோ இதன் ஆக்சைடைக் கார்பன் அல்லது வீரிய உலோகங்களுடன் ஒடுக்கியோ உலோக நியோபியத்தைப் பெறலாம்.

$$2Nb + 5H_2O \text{ -----> } Nb_2O_2 + O_5 + 10H^+ + 10e^-$$

இந்த வினையின் நியம மின்னழுத்தம் + 0.62V என்றிருப்பினும் நியோபியம் உலோகம் ஹைட்ரோஃப்ளூரிக் அமிலத்தைத் தவிரப் பிற அமிலங்களால் பாதிப்படைவதில்லை. இதற்கு இவ்வுலோகத்தின்மேல் ஆக்சைடு படலம் படிந்து உலோகத்தைப் பிற பொருள்களின் தாக்குதலினின்று காப்பது காரணமாகலாம். காரக் கரைசல்களில் நியோபியம் உலோகம் மெதுவாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது. உயர் வெப்பநிலையில் ஆக்சிஜன், ஹாலோஜன்கள் ஆகியவற்றுடன் வினைபுரிந்து ஆக்சிஜனேற்ற (V) நிலையுடைய ஆக்சைடுகள், ஹாலைடுகளைக் கொடுக்கிறது. நைட்ரஜன், கார்பன் ஆகியவற்றுடன் வினைபுரிந்து முறையே NbN, Nbc ஆகிய சேர்மங்களை உண்டாக்கும். இதேபோலவே ஆர்செனிக், ஆண்டிமணி, டெலூரியம், செலீனியம் ஆகிய தனிமங்களுடனும் இவ்வுலோகம் வினைபுரிகிறது.

நியோபியம் சேர்மங்கள். ஆக்சிஜன் வளிமச் சூழலில் நியோபியத்தை வெப்பப்படுத்தினால் நியோபியம் பெண்டாக்சைடு (Nb_2O_5) உண்டாகிறது. இந்த ஆக்சைடை உருகிய காரக்கரைசலில் கரைத்தால் நியோபேட் ($Nb_6O_{19}^{8-}$ என்னும் அணைவுச் சேர்மம் உண்டாகிறது. புதிதாகத் தயாரிக்கப்பட்ட ஆக்சைடு சேர்மம் வீரியம் குன்றிய அமிலமாகும். மெதுவாக நீரியக் காரக் கரைசலில் கரையும். NbO_4^{3-} போன்ற சாதாரண நியோபேட் சேர்மங்கள் நீரில் கரையாதவை. இந்த ஆக்சைடு ஹைட்ரோ ஃப்புளூரிக் அமிலத்தில் கரைந்து ஃப்புளூரைடு, ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவைப் பொறுத்து $NbOF_5^{2-}$, $NbOF_6^{3-}$ அயனிகளை உண்டாக்கும். நியோபிய ஃப்புளூரைடு சேர்மக் கரைசல்களில் பெரும்பாலும் NbF_6^- அணைவு அயனியும், பெருமளவு ஃப்புளூரைடு அயனி மிகுந்திருக்கும் நிலையில் NbF_7^{2-} அயனியும் இருக்கும்.

நியோபியம் ஆக்சைடு அடர் HCl அமிலத்தில் கரைவதால் கரைசலிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அயனி, குளோரைடு அயனி ஆகியவற்றின் செறிவுகளைப் பொறுத்து $Nb(OH)_2Cl_4^-$, $Nb(OH)_2Cl_3$, $Nb(OH)Cl.^{3+}$ அயனியுடைய கூறுகள் உருவாகின்றன. மேலும் ஆக்சைடு சேர்மம், அடர் சல்ஃப்பியூரிக் அமிலம், இரு காரத்துவக் கரிம அமிலங்கள், ஹைட்ராக்சி கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் ஆகியவற்றிலும் கரைகின்றன. ஹைட்ரஜனைக் கொண்டு நியோபியம் ஒடுக்கினால் 800-1300°C வெப்பநிலை வரம்பில் NbO_2 என்னும் சேர்மமும், 1300- 1700°C இல் NbO சேர்மமும் கிடைக்கும்.

நியோபியம் பென்டாஹாலைடுகளின் (Nbx_5) உருகுநிலை, கொதிநிலைகளின் பட்டியல் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. நியோபியம் உலோகத்துடன் ஹாலோஜன் தனிமங்கள் நேரடியாக வினைப்படுவதாலோ உலர் ஹைட்ரஜன் ஹாலைடுடன் வினைப்படுவதாலோ நியோபியம் பென்டா ஹாலைடுகளைப் பெறலாம்.

அட்டவணை

சேர்மம்	உருகுநிலை°C	கொதிநிலை°C
NbF_5	80	234.9
$NbCl_5$	212	243
$NbBr_5$	227	272
NbI_5	327	-

(சிதைவடைகிறது)

நீரிய நியோபியம் பென்டாக்சைடைத் தயோனைல் குளோரைடு அல்லது ஹெக்சாகுளோரோபுரோப்பீனுடன் ஆவி மீள் கொதி வெப்பநிலையில் (reflux temperature) வினைப்படுத்தி நியோபியம் பென்டாகுளோரைடைப் பெறலாம். திண்ம நிலை நியோபியம் பென்டாகுளோரைடு ஒரு நாற்படிச் (tetramer) சேர்மம் பாகுமை (viscosity) ஆய்வுகள், நியோபியம் பென்டாகுளோரைடு சேர்மம் நீர்ம நாற்படிப் பல்லுறுப்பியாக அமைந்துள்ளமையைச் சுட்டுகின்றன. நீரற்ற நியோபியம் ஹாலைடுகள் ஆக்சிஜனுடன் வினைபுரிந்து $NbOF_3$, NbO_2F, $NbOx_3$ (X = Cl, Br, I) போன்ற ஆக்சி சேர்மங்களை உண்டாக்குகின்றன. நீரில் நியோபியம் பென்டாகுளோரைடு, புரோமைடு அயோடைடு ஆகிய சேர்மங்கள் நீராற்பகுப்படைந்து நீரில் கரையாப் பெண்டாக்சைடைத் கொடுக்கின்றன.

நியோபியம் (V) குளோரைடு அல்லது புரோமைடு 0-ஃபீனைலின் பிஸ்டைமெத்தில் ஆர்சீன் போன்ற ஈந்தணைவியுடன் ஹைட்ராக்சி சேராத கரைப்பான் ஊடகத்தில் வினைபுரிவதால் NbX_5 (diars) என்னும் சேர்மமும் மூடிய குழாயில் உயர் வெப்பநிலையில் வினைப்படுத்தும்போது (NbX_4 (diars)$_2$ - என்னும் சேர்மமும் கிடைக்கின்றன.

மூடிய குழாயில் நியோபியம் உலோகத்தை (410-450°C வெப்ப நிலையில் பென்டாஹாலைடைக் கொண்டு ஒடுக்கினால் நியோபியம் டெட்ராஃபுளூரைடு, குளோரைடு, புரோமைடு ஆகிய சேர்மங்கள் கிடைக்கின்றன. நியோபியம் பென்டாஅயோடைடை வெப்பச் சிதைவடையச் செய்வதனால் நியோபியம் டெட்ராஅயோடைடைப் பெறலாம். ஈரக்காற்றுடன் நியோபியம் டெட்ராஹாலைடுகள் வினைபுரிந்து ஆக்சி சேர்மங்களைக் கொடுக்கின்றன. இச்சேர்மங்கள் உயர் வெப்பநிலையில் சிதைவடைகின்றன.

நியோபியம் உலோகத்தின் கரிம வேதியியல் சரியாக அறியப்படவில்லை. டைஎத்திலீன் கிளைக்கோல் டைமெத்தில் ஈதரில் (டைகிளைம்) கரைந்த நியோபியம் பென்டாகுளோரைடு சேர்மத்தைக் கார்பன் மோனாக்சைடு வளிமத்தின் முன்னிலையில் சோடியம் உலோகத்தால் ஒடுக்கினால் [Na (டைகிளைம்)$^+{}_2$) (M(Co)$_6^-$]) என்னும் சேர்மம் உண்டாகிறது. வளையப் பென்டாடையின் நியோபியம் கார்போனைல் எதிரயனியுடன் பாதரசக் (II) குளோரைடு ஆக்கிஜனேற்றி உடனிருக்க வினைபுரிந்து (Π - $C_5H_5Nb(Co)_4$ சேர்மத்தைக் கொடுக்கிறது.

பயன்கள். நியோபியம் உலோகம் உலோகக் கலவைகள் தயாரிப்பில் பெருமளவு பயனாகும். சிறப்புமிக்க துருப்பிடிக்கா எஃகுகள், உயர் வெப்பநிலையைத் தாங்கும் உலோகக் கலவைகள் Nb_3Sn, போன்ற மீகடத்திகள் (super conductive alloys) ஆகியவற்றைத் தயாரிக்க நியோபியம் அடிப்படையாகும். நியோபியம் டைட்டேனியம், நியோபியம்-சிர்கோனியம் உலோகக்கலவைகள் இன்றியமையா மீகடத்திகள் ஆகும். உலோகவியலில் டங்ஸ்டன், டாண்டலம், மாலிப்டினம் போன்ற நியோபியமும் உயர் வெப்பந்தாக்கும் உலோகமாகக் (refractory metal) கருதப்படுகிறது. இவ்வுலோகம் வளிமங்களை உறிஞ்சும் பண்பைப் பெற்றுள்ளமையால் வெற்றிடக் குழாய்கள் தயாரிக்க உதவுகின்றன. இதன் கார்பைடு, வெட்டுக் கருவிகள் (cutting tools) செய்யப் பயன்படும்.

- வை. சின்னுசாமி

- த. தெய்வீகன்

நியோமைசின்

அமினோசைக்ளிடால் மருந்துகளில் ஸ்ட்ரெப்டோமைசின், நியோமைசின், பாராமோமைசின், கானாமைசின், ஜெண்டாமைசின், டோப்ராமைசின், அமிகாசின், ஸ்பெக்டினோமைசின் ஆகியவை அடங்கும். ஜெண்டாமைசினைத் தவிர மற்றவை அனைத்தும், ஸ்ட்ரெப்டோமைசிஸ் என்னும் காளானிலிருந்து பெறப்படுகின்றன. இவை அனைத்துமே பாக்டீரியா கொல்லிகளாகும்.

நியோமைசின் பாக்டீரியா செல்லில் புரதத் தொகுப்பைத் தடை செய்கிறது. இது தடை செய்யும் விதம் பற்றிப் பல கோட்பாடுகள் உள்ளன நியோமைசினை ஊசி மூலம் செலுத்தினால் தீய விளைவுகள் உண்டாகின்றன. ஆகவே வாய் வழியாக மாத்திரையாகவோ, தோலுக்குக் களிம்பாகவோ, கண்ணுக்குச் சொட்டு மருந்தாகவோ பயன்படுத்தப்படும். நியோமைசின் செயல்படும் விதம் பெரும்பாலும் கானாமைசினைப் போன்ற இருக்கிறது. ஸ்டாபிலோகாக்கஸ் ஆரியஸ் என்னும் நுண்ணுயிரிகளுக்கு எதிராக, நியோமைசின் மிகத் தீவிரமாக வினைபுரிகிறது.

கல்லீரல் சிதைவு ஏற்பட்டு நினைவிழந்த நிலையில் இருக்கும்போது, நியோமைசின் (2-4கிராம்/நாள்) கொடுப்பது பெரும் பயனளிக்கிறது. உள்ளிருந்து உற்பத்தியாகும் அமினோ அமிலங்கள் கல்லீரல் மூலம் வினைபுரிவதை, நியோமைசின் தடை செய்கிறது. குடல் அறுவைக்கு முன்பாக நோயாளியை ஆயத்தம் செய்ய நியோமைசின் பயன்படுகிறது. இதில் நியோமைசினையும் எரித்ரோமைசினையும் சேர்த்துக் கொடுத்தால் பயன் மிகுதி. பாலிமிக்சின் 'B' யையும், பசிட்ரசினையும், நியோமைசினுடன் கலந்து கொடுப்பது தோல் நோய்களை நலமாக்கும். சிறுநீர்ப்பை ஆய்வுக்குப்பின் நியோமைசினைச் சிறுநீர்ப் பைக்குள் செலுத்துவது நுண்ணுயிரிப் பாதிப்பைத் தவிர்க்கிறது.

பக்கத் தீய விளைவுகளாகச் சிலேட்டுமப் படலங்களில் புண்களும், சிறுநீரகப் பாதிப்பும் ஏற்படலாம். நியோமைசின் 500மி.கி. மாத்திரையாகவும் 125மி.கி./மி.லி. கரைசலாகவும் 5மி.கி/கிராம் களிம்பாகவும் கிடைக்கிறது. ஊசி மருந்தாகக் கிடைத்தபோதிலும், பெருமளவில் நியோமைசின் கையாளப்படுவதில்லை.

- மு.ப.கிருஷ்ணன்

நியோர்னித்திஸ்

பறவைகள் தொன்றுதொட்டே மக்களைப் பெரிதும் கவர்ந்து வருகின்றன. பறவைகளின் பல அழகிய வண்ணங்களும், குரலினிமையும், பழக்க வழக்கங்களும், வலசை போதல் போன்ற வாழ்க்கை முறையுமே பறவைகள்பால் மக்களை ஈடுபாடு கொள்ளச் செய்கின்றன.

ஆர்க்கியோர்னித்தஸ் (முற்காலப் பறவைகள்), நியோர்னித்தஸ் (தற்காலப் பறவைகள்) எனப் பறவை இனங்களை இரண்டு கிளைப்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். இவற்றில் ஆர்க்கியோர்னித்தஸ் என்னும் பழமையான பறவைகள் பிரிவில் ஓர் இனம்கூடத் தற்போது உயிருடன் இல்லை. இவற்றின் புதைபடிவங்களே கிடைத்துள்ளன. எ-டு: ஆர்க்கியோப்டெரிக்ஸ்.

நியோர்னித்தஸ் பிரிவு, தற்காலத்திலுள்ள பறவைகளையும், ஒருகாலத்தில் வாழ்ந்து தற்போது மறைந்துபோன பறவைகளையும் கொண்டது. தற்காலப் பறவை வகையை அன்ன எலும்பின் அமைப்பிற்கொப்ப, பேலியோநேத்தே, ஸ்பென்சிஃபார்மிஸ், நியோநேத்தே என மூன்று மேல் பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

பேலியோநேத்தே. இவ்வரிசையைச் சேர்ந்த அனைத்துப் பறவைகளும் பறக்கும் ஆற்றல் அற்றவை. இவற்றின் மார்புக்கூட்டில் அடித்தட்டைக்கலம் (Keel) இல்லை. உறுதியான கொம்புப் போன்ற பொருளாலான அலகு, ஒரே துண்டாக ஆக்கப்படாமல், பிரிக்கப்பட்ட பல துண்டுகளாகியுள்ளது. வாலின் இறுதி ஆறு, ஏழு வால் முள்ளெலும்புகள் ஒன்றுசேர்ந்து கலப்பைப் போன்ற பகுதியாக மாறவில்லை. சிறகுகள் நன்றாக வளர்ச்சியடையாமையால் இவற்றால் பறக்க முடிவதில்லை. எ-டு: கிவி.

டினாமஸ் பறவைகளைத் தவிர மற்றப் பறவைகளில் எண்ணெய்ச் சுரப்பிகள் இல்லை. ரியா பறவையைத் தவிர இப்பிரிவைச் சேர்ந்த மற்றப் பறவைகளில் ஒலி உண்டாக்கக் காரணமாகவுள்ள ஊதுகுழல் (syrinx) அல்லது ஒலிப்பெட்டி (voice box) என்னும் பகுதி கிடையாது. ஆண் பறவைகளில் பெரிய மையப்புணர்ச்சி உறுப்பு உண்டு. பெரும்பாலும் ஆண் பறவைகளே முட்டைகளை அடைகாக்கின்றன. குஞ்சுப் பறவைகள் முட்டையிலிருந்து வெளிவந்தவுடன் அவையே அவற்றைப் பாதுகாத்துக் கொள்ளும் திறன் பெற்றுள்ளன. ஆப்பிரிக்க நாட்டு நெருப்புக் கோழி, தென் அமெரிக்க நெருப்புக்கோழி, ரியா, ஈமு, காசோவரி போன்ற பெரிய பறக்கும் ஆற்றலற்ற பறவைகள் இதில் அடங்கும். ஆனால் இவற்றில் கால்கள் வலிமையாகவும், வேகமாக ஓடுவதற்கு ஏற்றவாறும் அமைந்துள்ளன.

ஸ்பென்சிஃபார்மிஸ். இப்பிரிவிலுள்ள பறவைகள் நீர்நிலைகளிலும், நீர்நிலைகளை ஒட்டிய பகுதிகளிலும் வாழக்கூடியவையாகும். மேலும் இவையும் பறக்கும் ஆற்றல் அற்ற பறவைகளாகும். இப்பறவைகளின் சிறகுகள் நீண்ட இறகுகளுக்குப் பதிலாகச் செதில் போன்ற இறகுகளால் மூடப்பட்டு நீந்துவதற்குரிய துடுப்புகள் போல் அமைந்துள்ளன. கால்களின் பெரும்பகுதி உடலினுள் அமைந்து பாதங்கள் மட்டும் வெளியே தெரிகின்றன. விரல்கள் சவ்வுத் தோலினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை நீரில் நீந்தும்போது வழியறிந்து திருப்பும் உறுப்பாக அமைந்துள்ளன. மார்புக்கூட்டில் அடித்தட்டைக் கலம் உண்டு. இப்பறவைகளின் அலகுகள் அவ்வப்போது இனங்களின் பண்புக்கேற்ப வேறுபட்டுள்ளன. இவை நீரில் மூழ்கிச் செப்பியா என்னும் தலைக்காலிகளையும், மீன்களையும், கிரஸ்டேசியா வகையைச் சேர்ந்த விலங்குகளையும் பிடித்து உண்ணுகின்றன. இவை மனிதர் வாழா இடங்களில் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. ஒரு முறைக்கு 3 அல்லது 4 முட்டைகளிட்டு, அவற்றை ஆண் பறவை, பெண் பறவை இரண்டும் அடைக் காக்கின்றன. இப்பறவைகள் பாதி செரிக்கப்பட்ட உணவை உணவுக்குழாயிலிருந்து வெளியே உமிழ்ந்து அவ்வுணவை குஞ்சுகளுக்கு ஊட்டும்.

இவை தென் துருவப் பகுதியைச் சேர்ந்த கண்டங்களிலும் தீவுகளிலும் பெரும்பாலும் பரவியுள்ளன. ஏப்டினோடைட்டெஸ், யூடைட்டெஸ், ஸ்ஃபீனிஸ்கஸ் ஆகிய நீர்ப்பறவைகள் இப்பிரிவில் அடங்கும்.

நியோநேத்தே. இப்பிரிவைச் சேர்ந்த பறவைகள் நன்றாகப் பறக்கக்கூடியவை. இவற்றில் நன்றாக வளர்ச்சியடைந்த இறகுகள் உண்டு. இப்பறவைகளின் இறகுகளில் எண்ணெய்ச் சுரப்பிகள் உண்டு. வால் இறகுகள் பிறைபோல் அடுக்கப்பட்டுள்ளன. அன்னப்பகுதி நியோநேத்தஸ், அஜித்தோநேந்தஸ், சைஷோநேத்தஸ் அல்லது டெஸ்மோநேத்தஸ் பிரிவைச் சார்ந்தது. மார்புக் கூட்டில் அடித்தட்டைக்கலம் உள்ளது.

கொரகாய்டு எலும்பும், தோள்பட்டை எலும்பும் ஒன்றாய் இணைந்திராமல் தசைநார்களால்

காசோவரி

ஏப்டெரிக்ஸ் ஆஸ்டிரையை

டிரோமியஸ்

நெருப்புக்கோழி

நெருப்புக்கோழி எலும்புக்கூடு

ரியா அமெரிக்கானா

பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. கழுத்துப்பட்டை எலும்புகள் ஒன்றுசேர்ந்து கவை எலும்பாக மாறியுள்ளன. ஆண் பறவைகளில் புணர்ச்சி உறுப்புகள் இல்லை.

ஆல்பெட்ராஸ், பெட்ரஸ், ஜிரெப்ஸ் ஆகியவை மிகப்பெரிய கடல் பறவைகளாகும். இவை மிகவும் நன்றாகப் பறக்கும் திறமையுடையவை. பெலிக்கேனஸ் என்னும் பறவை நீண்ட, தடிமனான அலகைக் கொண்டது. ஏறத்தாழ 1.5மீ. நீளமுள்ள இப்பறவையின் அலகு ஊதா நிறத்துடனும் பாதங்கள் இளஞ்சிவப்பு நிறத்துடனும் அழகாக இருக்கும்.

இந்திய டார்ட்டர் பறவை அல்லது பாம்புதாராப் பறவை ஏறத்தாழ 1மீ. நீளமுடையது. பிளேட்டாலியா என்பது இந்தியக் கரண்டிவாய்ப் பறவையாகும். 1மீ. நீளமுள்ள இப்பறவையின் அலகு கறுப்பு நிறத்துடன் இருந்தாலும், நுனியில் மஞ்சள் காணப்படும். தொண்டைக்கடியில் செம்மை கலந்த மஞ்சள் நிறமுள்ளது. கால்களும் பாதங்களும் கறுப்பு நிறமாக உள்ளன. இது ஒரே சமயத்தில் 4 முட்டைகளிடும் பழக்கமுள்ளது.

தரஸ்க்கியார்னிஸ் ஏறக்குறைய 7.5 செ.மீ. நீளமுள்ள பறவையாகும். இதன் அலகு கறுப்பாகவும், சிறகுகள் வெண்மையாகவும் இருக்கும். வெளிர் ஊதா நாரைகளில் அலகு மஞ்சள் நிறமாக இருக்கும். தலையில் அழகான கொண்டைச் சிகரம் உண்டு. இறகுகள் சாம்பல் நிறமாகவும், வால் இறகுகள் கறுப்பாகவும் இருக்கும். இப்பறவை பிற விலங்குகளால் அச்சுறுத்தப்படும்போது பெருத்த குரலில் ஓசை எழுப்பும் தன்மையுடையது.

ஃபிளமிங்கோ பறவை ஏறத்தாழ 1மீ. உயரமுடையது. அலகு தசையின் நிறத்தைப் போன்று இளஞ்சிவப்பாக உள்ளது. அலகின் நுனிப்பகுதியும், ஓரப்பகுதியும் கறுப்பாக உள்ளன. இப்பறவையின் கால்களும், பாதங்களும் வெளிர்சிவப்பு நிறமாக அழகாக இருக்கும். கூட்டமாக நடக்கும்போது ஒரே சீராகவும், ஒழுங்காகவும் இப்பறவை நடக்கும்.

ஆன்செரிஃபார்மிஸ் என்னும் பறவையினத்தில் ஆண் பறவைக்கு ஒரு பெரிய திருகு புணர்ச்சியுறுப்பு உள்ளது. இந்த இனத்திலுள்ள ஆண்பறவை ஒரே ஒரு பெண் பறவையுடன் மட்டுமே இனப்பெருக்கம் கொள்ளும். கழுகுக்கு மிகவும் உறுதியான அழுத்தப்பட்ட ஆழமான அலகு உள்ளது. அலகின் நுனி பெரிதும் வளைந்து இறைச்சியைக் கிழிப்பதற்கு ஏற்றவாறு உள்ளது.

ஜிப்ஸ் இன்டிக்கஸ் என்பது இந்தியாவில் காணப்படும் நீண்ட அலகுள்ள பிணந்திண்ணிக் கழுகாகும். நீலகிரி மலைப்பகுதியில் இதைப் பொதுவாகக் காணலாம். மயிலின் தலை, கழுத்து, மார்பு முதலிய பகுதிகள் பச்சை கலந்த ஊதா நிறத்துடனும், உலோகங்கள் மின்னுவது போன்ற பளபளப்பான பரப்புடனும் உள்ளன. முதுகுப்பகுதி பச்சை நிறமாக உள்ளது. இறகு செதில் போன்றுள்ளது. இறகின் ஓரங்கள் கறுப்பாகவும், செம்பு உலோகப் பளபளப்பினை ஒத்துமுள்ளன. தலையில் குறிப்பிடத்தக்க கொண்டைப் பகுதி உள்ளது. இறகில் நீலம், பச்சை, ஊதா, பழுப்புப் போன்ற பல வண்ணங்கள் காணப்படுகின்றன. இப்பறவையைப் புற்கள் நிறைந்த காடுகளில் காணலாம். லாரஸ் என்னும் பொது இனத்தில் பல சிறப்பினப் பறவைகள் உள்ளன. லாரஸ் ரிடிபன்டஸ் என்னும் சிறப்பினப் பறவையை, அது எழுப்பும் ஒலி சிரிப்பதைப் போன்று உள்ளமையால் சிரிக்கும் கல்பறவை என்பர். ஆந்தை, மரங்கொத்திப் பறவை, புறா, குயில், வேட்டைப் புறா போன்றவையும் பல சிறப்புப் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன.

- ஜி. லெக்ஷ்மணன்

துணைநூல். M.Ekambaranatha Ayyar and T.N. Ananthakrishnan, *A Manual of Zoology,* Second volume, *Chordata,* S. Viswanathan Private Ltd, Madras, 1985.

நியோனேத்தே

தற்காலப் பறவைகளான நியோர்னித்திஸ் வகையில் உள்ள ஒரு மேல் வரிசை இனம் நியோனேத்தே (Neognathae) எனப்படுகிறது. இதில் உள்ள பறவைகள் மிகச் சிறியவையாகவும், நன்கு பறக்கும் தன்மை உடையவையாகவும் உள்ளன. இப்பறவைகள் உலகம் முழுவதும் பரவிக் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் இளவுயிரிகளின் இறக்கையில் சிறகுகள் காணப்படுவதில்லை. ஆனால் முழு வளர்ச்சியடைந்த உயிரிகளின் இறக்கைகளின் இறகு துய்களும் (barb) இறகு நுண்துய்களும் (barbule) நன்கு வளர்ச்சியடைந்துள்ளன.

நியோனேத்தே இனங்களில் இறகு பாதைப்பகுதி, இறகு நன்கு பொருந்தும் பகுதி (pterylae) ஆகியன உண்டு. இறக்கைகளுக்கு ஊடே எண்ணெய்ச் சுரப்பிகள் காணப்படுகின்றன. பிறைமதி போல் வால் இறக்கைகள் அடுக்கப்பட்டுள்ளன. அண்ணப்பகுதி நியோநேத்தஸ் பிரிவைச் சார்ந்தது. மார்புத்தட்டில் அடித்தட்டைக் கலம் (keel) உள்ளது. கோரகாய்டு எலும்பு தோள்பட்டை

எலும்பு (scapula) இரண்டும் பந்தகத்தால் (ligament) பிணைக்கப்படுகின்றன. கலப்பை வடிவ எலும்பு (pygostyle) நன்கு வளர்ந்து காணப்படுகிறது. ஆண் பறவைகளில் புணர்ச்சி உறுப்புகள் இல்லை.

நியோனேத்தே மேல் வரிசை, 23 வரிசைகளைக் கொண்டுள்ளது. இவ்வரிசைகள் அனைத்தும் பின்வரும் 6 சூழ்நிலைத் தொகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

தொகுதி 1. மரக்கிளை வாழ் பறவைகள். இத்தொகுதியில் அடங்கும் அனைத்து வரிசைப் பறவைகளும் பெரும்பாலும் தம் வாழ்நாளை மரம், புதர்ச்செடிகளினூடே கழிக்கின்றன. இத்தொகுதியில் 5 வரிசைகள் உள்ளன.

வரிசை 1. பேசரிஃபார்மிஸ். தற்போது வசிக்கும் பறவைகளில் பாதிக்கு மேல் இவ்வரிசையில் அடங்கும். இப்பறவைகள் உருவத்தில் மிகவும் சிறியவை. பாதங்கள் கிளைகளைப் பற்றிக் கொள்ள ஏற்றவாறு மூன்று விரல்கள் முன்னும், ஒரு விரல் பின்னும் நீண்டுள்ளன. அண்ணம் அஜித்தோநேத்தஸ் பிரிவைச் சார்ந்தது. இப்பறவைகள் பலவிதமான கூடுகளைக் கட்டுகின்றன. முட்டைகளும் பல நிறம் கொண்டவை. இவற்றைப் பாடும் பிரிவைச் சார்ந்தவை, பாடாத பிரிவைச் சார்ந்தவை என இரு பிரிவாகப் பிரிக்கலாம். எ-டு: கரிச்சான் குருவி, காகம், குருவி, கள்ளக்குருவி முதலியன.

வரிசை 2. பிசிஃபார்மிஸ். இவ்வரிசையைச் சார்ந்த பறவைகளின் பாதங்கள் மரங்களின் கிளைகளில் ஏறிச் செல்வதற்கு ஏற்றனவாக அமைந்துள்ளன. இவை பெரும்பாலும் பூச்சிகளையே தின்று உயிர் வாழ்கின்றன. இவற்றின் பின்கால் விரல்களில் முதல், நான்காம் விரல்கள் பின்பக்கமும், இரண்டு, மூன்றாம் விரல்கள் முன்பக்கமும் நீண்டுள்ளன. தடித்த உறுதியான இதன் அலகு மரத்தைக் கொத்துவதற்குப் பயன்படுகிறது. இதன் நாக்கு நீளமாகவும், ரம்பம் போன்றும், வெளியில் நீண்டு உள்ளே இழுத்துக் கொள்ளக்கூடியதாகவும் உள்ளது. நாக்கினைத் தாங்கும் நாவடி எலும்பின் முனைகள் மிகவும் நீளமாயுள்ளன. மண்டை ஓட்டின் அடிப்பகுதியிலிருந்து அலகின் அடிப்பகுதிக்கு நன்றாக வளைந்து கொடுக்கும்படி நாவடி எலும்பின் முனைகள் தசைப்பைக்குள் நன்றாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. வால் இறகுகள் பறவைகள் மரத்தில் ஏறும்போது உடலைத் தாங்குவதற்குப் பயன்படுகின்றன. இப்பறவைகளின் முட்டைகள் மரப்பொந்துகளில் இடப்படுகின்றன. எ-டு: மரங்கொத்திப் பறவை.

வரிசை 3. கொலம்பிஃபார்மிஸ். தானியங்கள் அல்லது பழங்களை இவை உணவாக உண்கின்றன. ஒரு மெழுகு போன்ற சவ்வு மூக்குத்துளைக்கு அருகில் உள்ளது. இவற்றின் அலகு மெலிந்தும் வலிமையற்றும் உள்ளது. பிற பறவைகள் கட்டிய கூட்டில் முட்டையிடுகின்றன. எ-டு: புறா.

வரிசை 4. சிட்டாசிஃபார்மிஸ். இவை குட்டையான, கட்டையான, நன்றாக வளைந்த அலகுகளைக் கொண்டவை. மேல்தாடை அலகு நன்றாக அசையும்படி மண்டையோட்டுடன் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இப்பறவைகள் பழங்களைத் தின்று உயிர் வாழ்கின்றன. கொட்டைகளை உடைத்து விதைகளைத் தின்பதற்கேற்ப இவற்றின் அலகு அமைந்துள்ளது. இவற்றிற்குக் கூடு கட்டும் பழக்கம் கிடையாது. மரப்பொந்து அல்லது மலைப்பகுதிகளில் ஒரு முறைக்கு 2 அல்லது 3 முட்டைகளிட்டுக் குஞ்சுப் பொரிக்கின்றன. எ-டு: கிளி.

வரிசை 5. டர்னிசிஃபார்மிஸ். இவற்றின் கால்களில் பின் விரல் கிடையாது. சிறிய அலகினால் தானியங்களையும் பூச்சிகளையும் தளிர் இலைகளையும் கொத்தித் தின்கின்றன. முட்டைகளை இட்ட பெண் பறவை அகன்றவுடன், ஆண் பறவை அடைக் காக்கும். பின்னர் அப்பெண் பறவை வேறு ஆண் பறவையுடன் இணைந்து முட்டையிடும். அப்போதும் அம்முட்டைகளை ஆண் அடைக் காக்கும். இவ்வாறு எத்தனை ஆண் பறவைகளுடன் இணைகிறதோ அத்தனைக்குழு முட்டைகளை இடும். பொதுவாக ஒவ்வொரு முறையும் 4 முட்டைகளை இடும். எ-டு: டர்னிக்ஸ்.

தொகுதி 2. நிலவாழ் பறவைகள். நன்கு பறக்கக்கூடிய இத்தொகுதிப் பறவைகள் பெரும்பகுதி நிலத்தில் ஓடியும் நடந்தும் வாழும். இத்தொகுதியில் 5 வரிசைகள் உள்ளன.

வரிசை 6. காலிஃபார்மிஸ். இவை தரையிலுள்ள மண்ணைக் கிளறி, அவற்றிலுள்ள புழு, பூச்சிகளை இரையாக உண்ணும் பழக்கத்தை உடையவை. இவை நிலத்தில் வாழும் பண்பு பெற்று உருவத்தில் பெரியவையாக உள்ளன. இவற்றின் அலகு குட்டையாக உள்ளது. கால்கள் ஓடுவதற்கும், நடப்பதற்கும் ஏற்றவாறு உறுதியாக உள்ளன. சிறகுகள் சிறிய வட்டவடிவமாயுள்ளன. ஆண் பறவைகளுக்குப் பல நிறமுடைய தோகைகள் உள்ளன. இப்பறவைகளில் உணவுப்பை மிகவும் பெரியதாக உள்ளது. நிலத்திலுள்ள தாழ்வான புதர்களிலும் இவை கூடுகட்டி வாழ்கின்றன. எ-டு: காடை, கௌதாரி, மயில், வான்கோழி.

மரங்கொத்திகள்

மரங்கொத்திகள்

நாரைகள்

வரிசை 7. ஆம்பிஸ்தோகோமிஃபார்மிஸ். இப்பறவைகளில் வெளித்தோற்ற இயல்புகள் தனித்தன்மை பொருந்தியவை. இவை, உருவத்தில் புறாவைப் போல் இருக்கும். உடல் ஒல்லியாகவும் நீண்டும் உள்ளது. அடித்தட்டைக்கலம் சரிவர அமையவில்லை. பறக்கும் ஆற்றல் சற்றுக் குறைவு. இப்பறவைகளின் அலகு உறுதியானது. தென் அமெரிக்காவில் காணப்படும் இவை இலைகளையும் பழங்களையும் உண்கின்றன. எ-டு: ஹோாட்சின் பறவை.

வரிசை 8. குக்குலிஃபார்மிஸ். இவற்றிற்கு நீளமான கூர்மையான இறக்கைகள் உண்டு. அலகு வளைந்தும், இரு பிரிவாகவும் உள்ளது. பழங்களை உண்ணும் இவை வேறு இனப் பறவைகளின், குறிப்பாகக் காகத்தின் கூட்டில் முட்டையிடும். இந்தியாவிலும் இலங்கையிலும் இவை காணப்படுகின்றன. எ-டு: குயில்.

வரிசை 9. டீரோலிடிஃபார்மிஸ். மணற்பாங்கான இடங்களிலும், பாலைவனங்களிலும் இப்பறவைகளைக் காணலாம். இவற்றிற்கு நன்றாகப் பறக்கக்கூடிய தன்மையுண்டு. குறைந்த நேரத்தில் நீண்ட தொலைவு பறந்து சென்று விதைகளையும் தானியங்களையும் உண்கின்றன. தம்மைப் பாதுகாத்துக் கொள்ளக்கூடிய வண்ணங்களால் இவற்றின் இறகுகள் மூடப்பட்டுள்ளன. இப்பறவைகள் வலசை போகும் தன்மை கொண்டவை. காலையிலும் மாலையிலும் தவறாது நீர்நிலைகளைச் சென்றடையும் இவை தரையிலுள்ள குழிகளில் முட்டையிடுகின்றன. எ-டு: கிரெனஸ், சாண்ட்க்ரூசஸ்.

வரிசை 10. ஃபோனிக்கோப்டெரிஃபார்மிஸ். இவை பெரிய நீளமான கால்களையுடைய பறவைகள். சதுப்பான, தாழ்வான நிலங்களில் வாழ்பவை. இவற்றின் விரல்கள் சவ்வினால் முழுவதும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அலகுகள் மேல் புறமாக வளைந்து உணவை உண்ணுவதற்கு ஏற்ப அமைந்துள்ளன. மீன்களை உண்ணும் இவை ஆப்பிரிக்காவிலும் அமெரிக்காவிலும் வாழ்கின்றன. இந்தியாவிற்கு இவை வலசை வருகின்றன. எ-டு: நாரை.

தொகுதி 3. நீந்தும், மூழ்கும் பறவைகள். இத்தொகுதியிலுள்ள அனைத்துப் பறவைகளும் நீரில் வாழக்கூடியவை. நீந்தியோ, மூழ்கியோ எழுந்து செல்லக் கூடியவை. இத்தொகுதியில் 6 வரிசைகள் அடங்கியுள்ளன.

வரிசை 11. அன்செரிஃபார்மிஸ். இவற்றிற்கு அகன்ற தட்டையான அலகுகள் உள்ளன. இவற்றின் அலகுகள் இவை உண்ணும் பலவித உணவுப் பொருள்களுக்கு ஏற்ப அமைந்துள்ளன. மேல் தாடையிலும், கீழ்த்தாடையிலும் காணப்படும் தசைச் சவ்வுகள் உணவைத் தள்ளிக் கொடுப்பதற்கு ஏற்றவாறு அமைந்துள்ளன. முன் விரல்கள் நன்றாகச் சவ்வினால் இணைக்கப்பட்டு நீரில் நீந்திச் செல்வதற்கு ஏற்றனவாயுள்ளன. நாக்கு தடித்த தசையிலானது; நன்றாகப் பறக்கும் ஆற்றலும், நீரில் மூழ்கும் ஆற்றலும் கொண்டுள்ளன. வெளித்தள்ளும் கலவி உறுப்பும் உண்டு. எ-டு: வாத்து, அன்னம்.

வரிசை 12. கொராசிஃபார்மிஸ். இப்பறவைகளுக்கு நீளமான, வலிமையான, கூர்மையான அலகு உண்டு. இப்பறவைகள் பல நிறங்களைக் கொண்டவை. பாதங்கள் மிகவும் வலிமையற்றவையாக உள்ளன. சில பறவைகளுக்கு விசிறி போன்ற கொண்டை உள்ளது. சிலவற்றில் அலகு பெரியதாகவும், கட்டையாகவும் வளைந்தும் உள்ளது. எ-டு: அரச மீன்கொத்தி, பஞ்சுருட்டான், மலைமொங்கன், கொண்டலாத்தி, பனங்காடை.

வரிசை 13. கொலிம்பிஃபார்மிஸ். இவை கடலில் வாழும் நீர்ப்பறவைகள். இப்பறவைகளின் உடல் அமைப்பு மற்றவற்றைவிடச் சிறப்புப் பொருந்தியதாக உள்ளது. இவற்றின் பாதங்களில் விரல்களைப் பிணைக்கும் சவ்வு உள்ளது. சிறகுகள் கூர்மையாகவும், குறுகலாகவும், சிறியவையாகவும் உள்ளன. நீரில் மூழ்கி மீன், கடின ஓட்டுக் கணுக்காலிகள் முதலியவற்றைப் பிடித்துண்ணும். இவற்றின் அலகு உறுதியாகவும், நேராக நீண்டும், அமுங்கியும் காணப்படும். லூன் பறவைகள் நன்றாகப் பறக்கும் திறன் பெற்றிருப்பினும் அவை நிலத்தின் மேல் நடக்கும்போது ஓரளவே அழகாக அமையும். இவை இரண்டு முட்டைகளைக் கரையோர மணற்பள்ளங்களில் இடும். கொலிம்பிஸ் பறவைகளில் 5 சிறப்பினங்கள் கொண்ட 5 பறவைகள் வடதுருவத்திலும், பசிஃபிக் பெருங்கடலிலும் வாழ்கின்றன. எ-டு: லூன், கொலிம்பிஸ்.

வரிசை 14. போடிசிபிடிஃபார்மிஸ். நீர்வாழ் பறவைகளான இவற்றின் கூட்டத்தை ஓடைகளிலும், குளம், குட்டைகளிலும் காணலாம். இவற்றின் சிறகுகள் மிகவும் சிறியவை. இவை நீரில் மூழ்கி மீன் போன்றவற்றைப் பிடித்துண்ணும். நீர்ச் செடிகளால் உருவாக்கப்பட்ட கூட்டில் 3-6 முட்டைகளை இடும். தாய்ப்பறவை நீரில் மூழ்கும்போது குஞ்சுகளைத் தன் முதுகின்மேல் சுமந்து செல்லும். எ-டு: கிரெப்ஸ்.

வரிசை 15. புரோசெல்லேரிஃபார்மிஸ். கடற்பறவைகளான இவை நன்றாகப் பறக்கும் தன்மையுடையவை. இவற்றின் மூக்குத்துளைகள் குழாய் வடிவாய் அமைந்துள்ளன. கொம்புப் போன்ற அலகு பல பகுதிகளால் ஆனது. செப்பியா, மீன் ஆகியவற்றை இவை இரையாகக் கொள்ளக் கூடியவை. ஆல்பெட்ராசஸ் பறவைகளைத் தெற்கேயும், பசிஃபிக் பெருங்கடலிலும், கலப்பகாஸ் தீவுகளிலும் காணலாம். இவை ஏறத்தாழ 1 மீ. உடலும், பெரிய சிறகுகளும் பெற்றவை. இவை கறுப்பு, பழுப்பு, வெள்ளை முதலிய நிறங்களில் காணப்படும். எ-டு: ஆஸ்பெட்ராசஸ், பெட்ரல்ஸ்.

வரிசை 16. பெலிக்கனிஃபார்மிஸ். இவை நீரில் மூழ்கி மீன்பிடித்தலுக்கேற்ற உடலமைப்புக் கொண்ட நீர்ப்பறவைகளாகும். இவற்றின் நான்கு விரல்களுக்கிடையேயும் சவ்வு உள்ளது. அலகுகளும் அவை உண்ணும் நிலைக்கேற்ப மாறுபட்டுள்ளன. பெலிக்கானஸ் என்னும் இப்பிரிவைச் சார்ந்த பறவைகளின் உடல் மிகப்பெரிய அளவிலுள்ளது. அலகு நீளமாகவும், படகைப் போலும், நுனியில் கொக்கிப் போன்றும் அமையும். அலகின் அடியில் நீளக்கூடிய பையுடன் மீன்களைச் சேகரித்து வைக்கும் வலையமைப்பு உள்ளது. இவற்றின் வால் ஆப்பு வடிவம் கொண்டது. எ-டு: பெலிக்கன், கார்மோரென்ட், ஃப்ரிகேட், கானெட்.

தொகுதி 4. கரையோர, நீந்தும் பறவைகள். இத்தொகுதியில் 3 வரிசைகள் உள்ளன.

வரிசை 17. கெராட்ரிஃபார்மிஸ். இவை பெரும்பாலும் நீரில் வாழும் பறவைகளேயாகும். இவற்றிற்கு நீரில் நடக்கும் ஆற்றலும் நன்றாகப் பறக்கும் ஆற்றலும் உண்டு. இவற்றின் அலகுகள் பலவாறாக வேறுபட்டுள்ளன. லிமிகோலே, லாரி, ஸ்டெர்னினே, ஆல்சிடே என்னும் 4 பிரிவுகளாக இது பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. எ-டு: உள்ளான் குருவி, ஆலா.

வரிசை 18. சிக்கோனிஃபார்மிஸ். இவ்வரிசையிலுள்ள பறவைகள் மிகச் சிறந்த பறக்கும் ஆற்றல் கொண்டவை. நீளமான பின்கால்களும், நீளமான விரல்களும் நீரில் நடந்து செல்வதற்கேற்றவாறு அமைந்துள்ளன. ஆற்றில் இவை வலசை போதலும் உண்டு. நாரைகளுக்கு நீளமான, கூர்மையான அலகு, நீளமான மெலிந்த சவ்வினால் இணைக்கப்பட்ட விரல்கள், நீளமான கழுத்து ஆகியன உண்டு. இவை மீன்களையே பெரிதும் விரும்பி உண்கின்றன. எ-டு: மடையான், நாரை.

வரிசை 19. குரூயிஃபார்மிஸ். இவை பெரும்பாலும் ஆறு, ஏரி போன்ற நீர்நிலையோரங்களில் வசிக்கின்றன. சில பறவைகள் வறள் சமவெளிகளிலும் பாலைவனத்திலும் வாழ்கின்றன. இப்பறவைகளின் உடல், பக்கவாட்டில் அழுத்தப்பட்டு அடர்த்தியான சோலைக்குள் நுழைந்து செல்வதற்கு ஏற்றதாக உள்ளது. அடித்தட்டைக்கலம் நன்கு வளர்ச்சியுறாமையால் பறக்கும் ஆற்றல் இவற்றிற்குக் குறைவாகவே உள்ளது. இவை மீன், ஊர்வன, மெல்லுடலி ஆகியவற்றை உண்கின்றன. உணவுப்பை இவற்றிற்கு இல்லை. எ-டு: கொக்கு.

தொகுதி 5. ஊன் உண்ணும் பறவைகள். இத்தொகுதியில் 2 வரிசைகள் உள்ளன.

வரிசை 20. ஃபால்கோனிஃபார்மிஸ். இவற்றிற்குக் குட்டையான, வளைந்த, கூரிய, உறுதியான அலகுகள் உள்ளன. இவற்றின் விரல்கள் கூரிய வன்மையான நகங்களையுடையன. சிறிய பறவைகளையோ, சிறிய பாலூட்டிகளையோ பிடித்துக் கிழித்து உண்பதற்கு ஏற்றவாறு வாய் அமைந்துள்ளது. இப்பறவைகளின் தலையிலும் கழுத்திலும் இறகுகள் உண்டு. பிணந்தின்னிக் கழுகுகளின் தலையின் மேல்புறமும் கழுத்தும் சிறகுகளால் மூடப்படவில்லை. இவை இறந்துபோன விலங்குகளின் உடலைத் தின்னும். எ-டு: பருந்து, கழுகு.

வரிசை 21. ஸ்டிரிஜிஃபார்மிஸ். இவை இரவில் மட்டுமே இரை தேடும். அணில், எலி முதலியவற்றை வேட்டையாடி உணவாக்கிக் கொள்ளும். பெரிய தலையில் கண்கள் முன்பக்கமாகத் தள்ளப்பட்டு மிகவும் பெரியனவாக இருக்கும். இவற்றின் கண்ணிமைகளில் மேலிமை கீழேயிறங்கிக் கண்களை மூடுகிறது. ஆனால் மற்றப் பறவைகளில் கீழிமையால்தான் கண்கள் மூடிக்கொள்கின்றன. கண் குழிக்குள் கண்கள் அசையமுடியாமல் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. அலகு சிறியதாகவும் கொக்கி போல் வளைந்தும் உள்ளது. மரக்கிளைகளில் உட்கார்வதற்கும் நகர்வதற்கும் ஏற்றவாறு கால்களும் விரல்களும் அமைந்துள்ளன. ஒருமுறைக்கு இவை இரண்டு முட்டைகள் இடுகின்றன. எ-டு: ஆந்தை.

தொகுதி 6. வான் வாழ் பறவைகள். இத்தொகுதியில் 2 வரிசைகள் உள்ளன.

வரிசை 22. மைக்ரோபோடிபார்மிஸ். மிகவும் வேகமாகப் பறக்கும் தன்மையுள்ள இப்பறவைகள் கூட்டமாக வாழும். இவற்றின் சிறகுகள் மிகவும் நீளமாக

உள்ளன. வால் பிளவுபட்டும் குட்டையாகவும் உள்ளது. மார்புக்கூட்டில் நன்றாக அமைந்த அடித்தட்டைக்கலம் உண்டு. வாய் மிகவும் அகலமாயுள்ளது. செங்குத்தான இடங்களில் தொங்குவதற்கு ஏற்ப அலகுகள் கொக்கி போன்றுள்ளன. இவை இறகு, பற்கள், வைக்கோல் முதலியவற்றைக் கொண்டு உமிழ்நீரின் உதவியால் மிக அழகான கூடு கட்டும் தன்மை பெற்றவை. பனைமரங்களில் இவற்றின் கூடுகளை மிகுதியாகக் காணலாம். எ-டு: தூக்கணாங்குருவி.

வரிசை 23. கேப்ரிமுல்கிஃபார்மிஸ். இரை தேட இரவு நேரங்களில் மட்டுமே இவை வெளியே வரும். சிறகுகளின் உதவியைக் கொண்டு வண்டு, வண்ணத்துப்பூச்சி முதலியவற்றை இவை பிடித்துண்ணும். பின்காலின் முன்னே நீட்டிக் கொண்டுள்ள நடுவிரலில் சீப்புப் போன்ற உறுப்பு அமைந்துள்ளது. குட்டையான வலிமையற்ற கொக்கியுடைய அலகு இவற்றிற்கு உண்டு. வாய் அகன்று, நீளமான வளையாத மயிரிழைகளால் சூழப்பட்டுள்ளது. இறகுகள் சாம்பல் கலந்த மஞ்சள் நிறத்துடனும் அதில் பழுப்பு, வெள்ளை, கறுப்பு முதலிய திட்டுகளுடனும் உள்ளமையால் அந்த வண்ணங்கள் பறவைகளுக்கு அவ்வவ் இடத்திற்கேற்பத் தங்களைப் பாதுகாத்துக் கொள்வதற்குப் பயன்படுகின்றன. இப்பறவைகள் கூடு கட்டுவதில்லை. ஆனால் புதர்களுக்குள் முட்டைகளை இடுகின்றன. எ-டு: பக்கிக்குருவி.

- ஞா. ஸ்ரீதரன்

துணைநூல். M.Ekambaranatha Ayyar and T.N. Ananthakrishnan, *A Manual of Zoology,* Volume Two, Chordate, S. Viswanathan Pvt Ltd, Madras, 1985.

நிரப்பி

தொழிலக வேதித் துறையில் நிரப்பி (filler) என்பதற்கு இருவேறு பொருள்கள் உண்டு. 1. துளைமலிந்த, சமச்சீர்மையற்ற பரப்பை வெளிப்பூச்சுக் கொடுப்பதற்கு முன்பு சீர்மையுற்றதாக்குவதற்குப் பயன்படும் பூச்சுப் பொருள். நிரப்பிகள் நிறமற்ற, சுருக்கம் மிகாது கடினமாகவல்ல பொருள்கள். விரைவாக உலரும் குழைவனத்தில் சிறிய சிலிக்கா அல்லது நிறமியைக் கலந்து தயாரிக்கப்படும் நிரப்பிகளை மரத்திலுள்ள சிறுசிறு துளைகளை அடைப்பதற்கும் மக்குப் பொருளாகப் பயன்படுத்தலாம்.

2. வண்ணப் பூச்சுகளில் நிறமியுடன் கலக்கப்படும் நிறமற்ற, ஒளிபுகவிடும் பொருள். நீட்டிப்பி (extender) எனவும் குறிப்பிடப்படும் இப்பொருள் பூச்சின் வலிவைக் கூட்டுவதுடன் பூச்சுத் தயாரிப்புச் செலவைக் குறைக்கவும் உதவுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, சுண்ணாம்புக்கல், பேரியம் சல்ஃபேட் கல்நார், டால்க், ஜிப்சம் ஆகியன அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படும் நிரப்பிகள். சில நிரப்பிகள் நிறமியின் வண்ணத்தை மட்டுப்படுத்துகின்றன. சில நிரப்பிகளின் ஒளிவிலகல் எண் பூச்சின் படலத்தைத் தோற்றுவிக்கும் உலர் எண்ணெயின் ஒளிவிலகல் எண்ணுக்குச் சமமாக இருக்கும். இது நிறமியின் நிறத்தைப் பாதிப்பதில்லை. பூச்சில் நிறமி விரைவாகப் படிவதைத் தடுப்பதும் நிரப்பிகளின் பயன்களுள் ஒன்றாகும். நிரப்பிகள் மேலும் பல தொழில்களில் (சோப்பு, ரப்பர் டயர், நெகிழி ஆகியவற்றின் தயாரிப்பில்) பொருளுக்கு வலிவூட்டுவதற்கும் அடக்கவிலையைக் குறைப்பதற்கும் பயனாகின்றன. ரப்பர் டயர் தயாரிப்பில் கருமைக் கார்பனும், நெகிழித் தயாரிப்பில் கல்நார், மைக்கா, கிழிந்த துணி, மரத்தூள் ஆகியனவும் ஏற்ற நிரப்பிகளாகும். நிரப்பிகளுள் கல்நார் வெப்பத்தடையாகவும், மைக்கா மின் தடையாகவும், கிழிந்த துணிதாக்கு வலிவூக்கியாகவும், சிர்கோனியா அல்லது இரும்பு ஆக்சைடு அடர்த்தியேற்றியாகவும் பயனாகும். சைலேன்களால் நிரப்பப்பட்ட நெகிழிகளில் தீத்தடுப்புப் பொருள்களைக் கலத்தல் எளிது எனத் தெரிய வந்துள்ளது.

நிரப்பிகள் நிலைப்படுத்தல். துணை நிலைப்பு ஆய்வு என்பது துணைத் தொடர் இயக்கங்கள் காரணமாய் ஏற்பட்டிருக்கக் கூடிய பாதிப்பினைக் கண்டறிவதற்கான ஆய்வாகும். இது ஓர் ஏம மண்டலத்தில் எதிர்ச்செனியையோ (antigen) எதிர்ப்பொருளையோ (antibody) அளந்திடவும் பயன்பெறும்.

கோட்பாடு. இந்த ஆய்வில் ஓர் எதிர்ச்செனியும் அதன் குறிப்பிட்ட எதிர்ப்பொருளும் இணைந்த தொகுப்பு, அதாவது ஓர் எதிர்ச்செனி-எதிர்ப்பொருள் அமைவு (antigen-antibody system) இருக்கக்கூடிய துணையப் புரதங்களைத் தன்னில் பொருத்திக் கொள்கிறது. பிறிதோர் எதிர்ச்செனி-எதிர்ப்பொருள் தொகுப்பினை இவற்றோடு சேர்க்குங்கால், இரண்டாமதற்குத் துணையம் கிடைப்பதில்லை. இவ்வேறுபாட்டினை அடிப்படையாகக் கொண்டே நிரப்பிகள் நிலைப்படுத்தல் (துணைய நிலைப்பு ஆய்வு) நிகழ்த்தப்பெறுகிறது.

நுண்ணுயிரியல் ஆய்வுக் களங்களில், இந்த ஆய்வு பலமுறையில் நடத்தப்படுகிறது. சிறு சிறு மாறுபாடுகள் இருப்பினும், யாவற்றிற்கும் அடிப்படையில் உள்ள முறைமை ஒன்றுதான். நுண்மிகளோ, அதிநுண்மிகளோ எதிர்ச்செனிகளாகப் பணியாற்றி எதிர்ப்பொருள் உற்பத்தியைத் தூண்டுகின்றன. இவற்றை அளவிட இந்த ஆய்வு பயன்படுகிறது. இந்த ஆய்வின் மூலம் ஒருவரின் குருதியின் நுண்ணுயிரியில் எதிர்ச்செனி கலந்திருக்கின்றதா வென்றும், விளைவியத்திற்கு எதிராக ஏம மண்டலம் (immune system) எதிர்ப்பொருளை உற்பத்தி செய்திருக்கின்றதாவென்றும் கண்டறியலாம்.

துணைய நிலைப்பு ஆய்வு முறை. இதில் முதலில் குருதிச் செவ்வணுக்கள், அவற்றின் எதிர்ப்பொருள்கள் எதிர்ச் செவ்வணு எதிர்மியங்கள் (antierythrocyte antibody) இருக்கக்கூடிய குருதி நீரோடு சேர்க்கப்படும். எதிர்ப்பொருள்கள் பற்றிக் கொள்வதால் செவ்வணுக்கள் கருவுறுத்தப்படுகின்றன. எதிர்ச்செனி-எதிர்ப்பொருள் தொகுப்புள்ள கரைசல் தணியாக வைக்கப்படுகிறது. இதற்கு கருறுத்தியச் செவ்வணுக் கரைசல் (sensitised erythrocyte) என்றோ, காட்டி அமைவு (indicator system) என்றோ பெயர்.

பின்னர், ஆய்வுக்குரிய குருதிநீர் எதிர்ச்செனியோடும், துணையத் தொகுதியோடும் கலக்கப்படுகிறது. அதன் பின்னர், காட்டி அமைவு இவற்றோடு சேர்க்கப்படுகிறது. ஆய்வுக் குருதிநீரில் குறிப்பிட்ட எதிர்ச்செனியை எதிர்க்கும் குறிப்பிட்ட எதிர்ப்பொருள்கள் இருக்குமேயானால், இவை இரண்டுக்குமிடையே வினை ஏற்பட்டு எதிர்ச்செனி எதிர்ப்பொருள் தொகுப்பு (antigen-antibody complex) உண்டாகும். இதுவே ஆய்வுத் தொகுதி (test stystem) எனப்படும். இத்தொகுப்பு, உடன் சேர்க்கப்பட்டுத் துணையத் தொகுப்பினை நிலைப்படுத்தும். இதன் மூலம் இருக்கின்ற துணையம் முழுமையும் எதிர்ச்செனி எதிர்ப்பொருள் கூட்டோடு இணைந்துவிடுகிறது. இத்தறுவாயில், கூருறுத்திய செவ்வணுக்களை அளவில் எதிர்ப்பொருள்களால் தாக்கப்பட்டுள்ள செவ்வணுக்களைக் கொண்டுள்ள காட்டி அமைவு துணையம் உண்மையில் கிடைப்பதில்லை. எனவே, துணையம் கிடைத்திருந்தால் நிகழ்ந்திருக்கக்கூடிய செவ்வணுச் சிதைவு (haemolysis erythrolysis) நிகழ்வதில்லை.

செவ்வணுச் சிதைவு கண்ணுறப்படாத நிலையில் ஆய்வுக் குருதி நீரில் துணைய நிலைப்படுத்தி எதிர்ப்பொருள் உள்ளது தெளிவாகிறது. மாறாக, செவ்வணுச் சிதைவு, ஆய்வுத் தொகுதியில் எதிர்ப்பொருள் இல்லையென்பதும், அவ்வாறு இல்லாததால் துணையத் தொகுதி நிலைப்படுத்தப்படவில்லை என்பதும் புலனாகிறது. நிலைப்படுத்தப்படாமல் துணையம் மிகுந்திருப்பதால், அது காட்டி அமைவால் நிலைப்படுத்தப்பட்டுச் செவ்வணுச் சிதைவு நிகழக் காரணமாகிறது.

இவ்வகையான, ஆய்வுக்குருதி நீரில் துணைய நிலைப்படுத்து எதிர்ப்பொருள்கள் (complement fixing antibodies) உள்ளனவாவென்பது கண்டறியப்படுகிறது.

காட்டி அமைவின் செவ்வணுச் சிதைவு தடைப்படுத்தப்படுவதை அடிப்படையாக வைத்து நடத்தப்படும் இந்த ஆய்வைப் பலவித எதிர்ச்செனி-எதிர்ப்பொருள் தொகுதிகளின் வினைதனைக் கண்டறியப் பயன்படுத்தலாம். இதற்கான மிக முக்கிய தேவை, அந்தக் குறிப்பிட்ட எதிர்ச்செனி-எதிர்ப்பொருள் தொகுதி, துணையத்தை நிலைப்படுத்தக் கூடியதாக இருத்தல் வேண்டும். இந்த ஆய்வுக்குத் தேவையான செவ்வணுக்கள், பொதுவாக ஆட்டின் குருதியினின்று எடுக்கப்படுபவை. ஆட்டுச் செவ்வணுக்களுக்கு எதிராக, முயலின் உடலில் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு, அதன் குருதி நீரில் சுற்றோடும் எதிர்ப்பொருள்களே, இச்செவ்வணுக்களைக் கூருறுத்தப் பயன்படுத்தப் பெறுகின்றன. இந்த ஆட்டுச் செவ்வணு-முயல் எதிர்ப்பொருள் குருதி நீர்த் தொகுதியே காட்டியாகப் (indicator) பணியாற்றுகிறது.

பயன்கள். நச்சுயுயிரிகளாலும், அதிநுண்மிகளாலும் தோற்றுவிக்கப்படும் நோய்களின் கண்டுபிடிப்பில் துணைய நிலைப்பு ஆய்வு பெருமளவு உதவுகிறது. இந்நுண்மிகள் உடலுக்குள் புகுந்தவுடன் அவற்றின் எதிர்ச்செனிகளுக்கு எதிராக உடலின் ஏம மண்டலம் எதிர்ப்பொருள்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. இவ்வெதிர்ப் பொருள்கள் குருதிநீரில் சுற்றோடுகின்றன. அத்தகு நிலையில், குருதிநீரில் எதிர்ப்பொருள்கள் உள்ளதை வைத்தே நுண்ணுயிரி உட்புகுந்திருப்பதையும் நோயாக்கத்தில் ஈடுபட்டிருப்பதையும் தீர்மானிக்கலாம்.

மேகநோய்க் கண்டுபிடிப்புக்கான வாஸர்மேன் ஆய்வு, நிரப்பி நிலைப்படுத்தலைச் சார்ந்த ஒரு துணைய நிலைப்பு ஆய்வே. பல்வேறு நுண்மி நோய்க் கண்டுபிடிப்புகளிலும் இதனை ஈடுபடுத்தலாம். இளம்பிள்ளைவாதம் (polio), டெங்கு காய்ச்சல் (Dengu fever), மூளையழற்சி (encephalitis), புட்டாளம்மை (mumps) போன்ற அதிநுண்ணுயிர் நோய்களை தொடக்க நிலையிலேயே

கண்டுபிடிக்கவும், நுண்மி கண்டுபிடிப்பினை உறுதி செய்யவும் துணைய நிலைப்பு ஆய்வு செய்யலாம். இந்நோய்களை உண்டாக்கும் நுண்மிகளுக்கு எதிரான எதிர்நுண் எதிர்ப்பொருள்கள், (antiviral antibodies) நோயாளியின் குருதியில் சுற்றோடுவதை வைத்து இது நிகழ்த்தப்படும். நாய்க் கடியினால் ஏற்படும் நீர்வெறுப்பு நோயிலும் (hydrophobia) இது பயன்படுத்தப்படலாம். காலாஅசார், (கரிக் காய்ச்சல்-Kala azar), நாய் நாடாப் புழுவினால் ஏற்படும் ஹைடாடிட் நோய் (hydatid), யானைக்கால் நோய் மற்றும் உருண்டைப் புழுக்கள் வகையைச் சார்ந்த டிரைகிநெல்லா (trichinella), ஸ்ட்ராங்கிலாயிட்ஸ் (strongyloides) போன்றவற்றால் உண்டாகும் நோய்களிலும் துணைய நிலைப்பு ஆய்வு, நோய் கண்டுபிடிப்பில் உதவுகிறது.

துணையச் செவ்வணுச் சிதைவு ஆய்வு. துணைய நிலைப்பினை அடிப்படையாக வைத்து நடத்தப்படும் மற்றொரு முக்கிய ஆய்வுமுறை, துணையச் செவ்வணுச் சிதைவு ஆய்வாகும். இது ஒருவரின் குருதி நீரில் உள்ள துணையத்தின் அளவினைக் கண்டறிவதற்காகச் செய்யப்படுகிறது.

இதிலும் முதலில், வழக்கம் போலக் குருதிச் செவ்வணுக்கள், அவற்றின் குறிப்பிட்ட எதிர்ச் செவ்வணு எதிர்ப்பொருள்களோடு சேர்க்கப்படுகின்றன. அதன் மூலம் காட்டி அமைவு உருவாகிறது. இதைப்போல, நிறையக் காட்டி அமைவுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. ஆயின், ஒவ்வொரு காட்டி அமைவிலும் ஒரேயளவு அல்லது ஒரே எண்ணிக்கையிலான செவ்வணுக்களே இருக்க வேண்டும். ஆய்வின் முதற்படியாக, ஒரு தொகுதியோடு, நல்ல உடல் நிலையில் உள்ள ஒருவரின் குருதி நீர் கலக்கப்படுகிறது. இதிலுள்ள துணையம், காட்டி அமைவின் கூருறுத்திய செவ்வணுக்களைச் சிதைக்கச் சேர்க்கப்படும் குருதி நீர் அளவினை முதலில் மிகக் குறைவாகத் தொடங்கிப் பின்னர் சிறிது சிறிதாகக் கூட்டுவதன் மூலம், மொத்தமுள்ள செவ்வணுக்களின் அளவில் ஐம்பது விழுக்காட்டைச் சிதைப்பதற்கு எவ்வளவு குருதி நீர் தேவையென்பதைக் கணித்திடவியலும்.

பின்னர் இதே போன்ற இன்னொரு காட்டி அமைவோடு நோயாளியின் குருதிநீர் கலக்கப்படுகிறது. முன்னர்க் குறிப்பிட்டவாறே, இதன் துணையம் எவ்வளவு செவ்வணுச் சிதைவிற்குக் காரணமாகின்றதென்பது கணிக்கப்படுகிறது.

இரண்டு கணிப்புகளையும் ஒப்பிட்டு நோக்கி, நோயாளியின் துணைய அளவு சரியானதா, குறைவானதா எனக் கண்டறியலாம். மொத்தமுள்ள செவ்வணுக்களில் ஐம்பது விழுக்காட்டுச் சிதைவினை வைத்து இந்த ஆய்வின் முடிவுகள் தீர்மானிக்கப்படுவதால், இதை CH_{50} ஆய்வு என்பர்.

ஏமக்குறைவு கண்டோரிலும், மரபணுக் குறைபாடுகளினால் துணையக் குறைவு உள்ளோரிலும் துணைய அளவுகளைக் கணிக்க இந்த ஆய்வு உதவும்.

- சுதா சேஷய்யன்

நிரப்பியல்பு

அலை-துகள் இரட்டைப் பண்பினையும் (duality) ஐயப்பாட்டுக் கொள்கையையும் (uncertainty principle) விளக்க 1928ஆம் ஆண்டு நீல்ஸ் போர் என்பாரால் நிரப்பியல்பு கோட்பாடு (Principle of complementarity) வரையறுக்கப்பட்டது.

நிரப்பியல்பு கொள்கை. இக்கொள்கைப்படி இயற்கை நிரப்புந்தன்மை வாய்ந்தது. ஒரு பண்பை விளக்கச் செய்யும் சோதனை அதே நேரத்தில் அதன் நிரப்பியல் பண்பினை மறைத்துவிடுகிறது; அதாவது, ஒவ்வொரு சோதனையும் அல்லது சோதனைகளின் தொடர் நிகழ்ச்சியும் ஆராயும் அமைப்பினைப் பற்றி ஓர் அளவான விவரத்தையே தருகின்றன. இவ்விவரம் பெறும் அதே நேரத்தில் அதே அளவு முக்கியத்துவம் வாய்ந்த மற்றொரு விவரம் மறைந்துவிடுகிறது.

அலை - துகள் இரட்டைப்பண்பு. செந்நிலை எந்திரவியலில் (classical mechanics) கதிர் வீசப்படும் ஆற்றல் அலைப்பண்பு கொண்டது எனக் கருதப்பட்டது. மாக்ஸ் பிளாங்க் என்பார் குவாண்டம் கொள்கை (quantum theory) என்னும் புதிய புரட்சிக் கருத்தை வெளியிட்டு, கரும்பொருள் கதிர்வீச்சில் (black - body radiation) ஆற்றல் பங்கீட்டை விளக்கினார். இதன்படி ஆற்றலுக்கு நுண்ணிமப் பண்பும் உண்டு எனக் கருதப்பட்டது. 1921ஆம் ஆண்டு ஐன்ஸ்டீன் ஒளிமின் விளைவை (photo-electric effect) விளக்கி அலைப்பண்பு கொண்ட ஒளிக்கு, துகள்பண்பும் இருக்கிறது என நிறுவினார். 1924ஆம் ஆண்டு லூயி டி பிராக்லி என்பார் ஆற்றலுக்கு இரட்டைப்பண்பு இருப்பது போலவே, பருப்பொருளுக்கும் நுண்ணிமப்

பண்போடு அலைப்பண்பும் உண்டு என்னும் ஒரு துணிவான கருத்தை வெளியிட்டார். பருப்பொருளின் அலைநீளத்தை $\lambda = h/p = h/mv$ எனும் சமனால் குறிப்பிட்டார். இங்கு, h என்பது பிளாங்க் மாறிலி (6.62×10^{-34}J). $P = mv$ என்பது துகளின் உந்தம் ஆகும். 1927ஆம் ஆண்டு டேவிசன், ஜெர்மர் என்னும் அறிஞர்கள் நிக்கல் படிகத்தில் எலெக்ட்ரான்கள் சிதறுண்டு விளிம்பு விளைவு (diffraction) அடைவதைக் கண்டார். இது எலெக்ட்ரான், அலைப்பண்பு கொண்டது என்பதை நிறுவுகிறது.

ஐயப்பாட்டுக் கொள்கை. 1927ஆம் ஆண்டு ஹைசன்பெர்க் என்னும் ஜெர்மன் அறிஞர் ஐயப்பாட்டுக் கொள்கை (uncertainty principle) எனும் கோட்பாட்டைத் தந்தார். இது இரட்டைப் பண்பின் நேரடி விளைவு எனலாம். இதன்படி ஒரு பொருளின் இருப்பிடம் (posititon), அதன் உந்தம் (momentum) ஆகிய இரண்டையும் ஒரே நேரத்தில் துல்லியமாய்க் கணக்கிட முடியாது. அதாவது அதன் இருப்பிடத்தைத் துல்லியமாய் அளக்கும்; அதே நேரத்தில் அதன் உந்தத்தைத் துல்லியமாய்க் காண முடியாது. பொருளின் இருப்பிடத்தை அறிதலிலுள்ள உறுதிப்பாடிலாமையை Δq எனவும் உந்தத்தினை அறிதலிலுள்ள உறுதிப்பாடிலாமையை Δp எனவும் கொண்டால் இக்கொள்கையின்படி, $\Delta p . \Delta q \approx h/2\pi$ எனக் காட்டலாம்.

நிரப்பியல்பு கொள்கைப்படி, பருப்பொருளின் துகள், அலை ஆகிய பண்புகள் ஒன்றுக்கொன்று நிரப்புத்தன்மை வாய்ந்தவை. பருப்பொருளின் துகள் ஒன்று ஒரே நேரத்தில் துகளாகவும் அலையாகவும் இருக்க முடியாது. துகள் பண்பைக் காண ஒரு சோதனை நிகழ்த்தினால் அதன் அலைப்பண்பு மறைந்துவிடுகிறது. இதைப்போலவே அலைப்பண்பு ஒட்டிய சோதனையில் துகள் பண்பு மறைந்துவிடுகிறது. எலெக்ட்ரானின் அலைப்பண்பை மிகுதியாய்க் காண ஒரு சோதனைக் கருவியை உருவாக்குவதாகக் கொண்டால், அதன் துகள் பண்பைக் கணக்கிடல் இயலாது. அவ்வாறே அதன் துகள் பண்பைக் காண்பதற்கு ஏற்றவாறு அக்கருவியை மாற்றியமைத்தால், அதன் அலைப்பண்பைக் கணக்கிட முடியாது. எவ்வாறு ஒரு நாணயத்தின் இரண்டு பக்கங்களையும் ஒரே நேரத்தில் முழுமையாய்க் காண முடியாதோ அதே போல ஒரு பொருள் இவ்விரு பண்புகளையும் ஒரே நேரத்தில் பெற்றிருக்க முடியாது. எனவே எதிர்ப்பண்புகள் போல் தோன்றும் இவ்விரு பண்புகளும் ஒன்றுக்கொன்று முரண்பாடானவை அல்ல; ஆனால் நிரப்பியல்பு பெற்றவை என நீல்ஸ் போர் எடுத்துக் கூறினார். எலெக்ட்ரானின் இரட்டைப்பண்பு, அதன் சரியான இருப்பிடத்தையும் அதன் உந்தத்தையும் ஒரே நேரத்தில் அளவிட முடியாத நிலையை உருவாக்குகிறது. ஐயப்பாட்டுக் கோட்பாட்டின் மூலம் இச்சிக்கல் நீக்கப்படுகிறது.

ஒன்றைத் துல்லியமாகக் கணக்கிட்டால் மற்றொன்றை அதே நேரத்தில் துல்லியமாய்க் கணக்கிடல் இயலாது என்னும் நிரப்பியல்பு தன்மை இங்குப் பயன்படுகிறது. செந்நிலை எந்திரவியலைக் கொண்டு அணு நிகழ்ச்சிகளை முழுமையாய் விவரிக்க இயலாது. ஆனால், குவாண்டம் கொள்கைகயைப் பயன்படுத்திக் காணும் ஒன்றுக்கொன்று நிரப்புந்தன்மை வாய்ந்த நிகழ்ச்சிகளினால் அணு அமைப்புகளின் அளவீடுகளை ஆய்ந்துணரலாம்.

- மூ.நா.சீனிவாசன்

துணைநூல். Robert Resnick and David Halliday, *Physics Part II,* Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1966.

நிரல் வழி வேதி ஆய்வு, உமிழ்வு

பகுப்பாய்வுக் கருவிகள் இரண்டு வகையான நிரல்களைப் பெறுவதற்குப் பயன்படுகின்றன. உமிழ்வு நடைபெறும் அலைநீளத்தை மாறிலியாகக் கொண்டு கிளர்வுறுதல் நிகழும். அலைநீளத்தைப் பகுப்பாய்வு செய்தால் பெறப்படும் நிரலுக்குக் கிளர்வு நிரல் என்று பெயர். கிளர்வுக் கதிர்வீச்சின் அலைநீளம் மாறாதிருக்கும்போது உமிழ்வு நடைபெறும் அலைநீளத்தைப் பகுப்பாய்வு செய்தால் கிடைக்கும் நிரல், உமிழ்வு நிரல் எனப்படும்.

சுடர் உமிழ்வும் அணு உமிழ்வும். அணு அல்லது அயனி ஒரு கிளர்வுற்ற எலெக்ட்ரான் நிலையிலிருந்து ஆற்றலை இழந்து குறைவான ஆற்றல் மட்டத்திற்கு மாறினால் புறஊதாக் கதிர்களும் கண்ணுறு ஒளியும் வெளிவிடப்படுகின்றன. இவ்வாறு வெளிவிடப்படும் கதிர்வீச்சினைக் கணக்கிட்டு, பண்பறி பகுப்பாய்வுக்கோ அளவறி பகுப்பாய்விற்கோ பயன்படுத்தலாம். ஓர் அணு அல்லது அயனியின் கிளர்வுறுதல் புறஊதாக் கண்ணுறு ஒளியை உறிஞ்சாமல் வேறு செயலினால் நடைபெற்று, வெளிவிடப்படும் கதிர்வீச்சு அளந்தறியப்பட்டால் அந்தப் பகுப்பு முறைக்கு அணு உமிழ்வு நிரலியல் என்று பெயர்.

அணு உமிழ்வு நிரலியல், தொடக்கக் கிளர்வுறுதலை ஏற்படுத்தும் ஆற்றலின் மூலத்தைப் பொறுத்து வகைப்படுத்தப்படும். அணு உமிழ்வு நிரலியலில்

மாதிரியினை அணுக்கள் அல்லது அயனிகளாக மாற்ற ஒரு கலம் தேவைப்படுகிறது. இது மாதிரியினைப் பகுத்தல் அளவீடுகள் பெறும்வரை கிளர்வுறுதலுக்குத் தேவைப்படும் ஆற்றலைச் சுடரிலிருந்து பெறும் வெப்பம் கொடுக்கிறது.

சுடர் உமிழ்வு நிரலியல். சுடர் உமிழ்வு நிரலியலில் சுடர் மாதிரியினை அணுக்களாக மாற்றுதல் அணுக்களாக மாற்றப்பட்ட மாதிரியினைக் கிளர்வூட்டுதல் ஆகிய இரு செயல்களைச் செய்யும். கிளர்வூட்டப்பட்ட அணுக்கள் இயல்புநிலைக்குத் திரும்பும்போது வெளிவிடப்படும் கதிர்வீச்சு அளக்கப்பட்டு இயைபைக் கணக்கிடுவதற்குப் பயன்படுகிறது.

சுடர் உமிழ்வு நிரலியலில் அணு உறிஞ்சல் நிரலியல் கருவி பயன்படுகிறது. அப்போது கதிர்வீச்சு மூலத்தை நிறுத்திவிட்டு ஓர் எந்திர வெட்டுக்கத்தி, சுடருக்கும் ஒரே அலைநீளத்தை வெளிவிடும் அமைப்புக்கும் இடையே வைக்கப்படுகிறது. சுடர் உமிழ்வு நிரலியற்கே உரித்தான ஒரு கருவியை உருவாக்கும்போது இந்த இயங்குவெட்டுக் கத்தி வழக்கமாகத் தேவைப்படுவதில்லை.

பெரும்பாலான கருவிகளில் அலைநீளத்தைத் தெரிவுசெய்யும் கருவியே ஒற்றை அலைநீளத்தை வெளிப்படுத்தும் கருவியாக உள்ளது. சுடர் உமிழ்வு நிரலியல் கருவி சோடியம் அல்லது பொட்டாசியத்தை மட்டும் அளவிடப் பயன்படுத்தப்பட்டால் அந்தக் கருவியில் வடிகட்டி இடம்பெறும். பகுத்துணர் கருவியாக ஒளி பல்பெருக்கிக் குழாய் பயன்படுகிறது. அளந்தறியும் கருவியாக எண்அளவி, கணிப்பொறியால் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட கருவி ஆகியவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சுடர் உமிழ்வு நிரலியலில் வெப்பநிலை மிகும்போது கிளர்வூட்டப்பட்ட அணுக்களின் எண்ணிக்கையும் வெளியிடப்படும் கதிர்வீச்சின் செறிவும் மிகும். மிகவும் வெப்பமாக உள்ள சுடர்ச் சைகையின் செறிவைக் குறைக்கலாம். ஏனெனில் பகுத்தறியப்படும் தனிமம் அயனியாக்கப்பட்டுவிடலாம். குறைந்த அளவு வெப்பநிலையைக் கொண்ட சுடரை IA தொகுதித் தனிமங்களைக் கிளர்வுறச் செய்யப் பயன்படுத்தலாம். மொத்த தனிமங்களையும் கிளர்வுறச் செய்வதற்குக் காற்று அசெட்டிலீன் சுடரைப் பயன்படுத்தலாம். நைட்ரஸ் ஆக்சைடு அசெட்டிலீன் சுடர்கள், ஒளிவிலகல் செய்யக்கூடிய சேர்மங்கள், எளிதில் கிளர்வுறச் செய்ய முடியாத தனிமங்களைக் கிளர்வுறச் செய்யப் பயன்படும். அளவறி பகுப்பாய்விற்குச் சுடர் உமிழ்வு நிரலியலில் தேர்ந்தெடுக்கப்படும் அலைநீளம் பகுத்தறியக்கூடிய பொருளின் உச்சச் செறிவு உமிழ்வு வரியினைப் பொறுத்துள்ளது. பல்வேறு தனிமங்களுக்குத் தேர்ந்தெடுக்கப்படும் அலைநீளங்கள் பின்வருமாறு

தனிமம்	அலைநீளம் (nm)
அலுமினியம்	396.2
ஆன்டிமணி	259.8
ஆர்செனிக்	235.0
பெரிலியம்	234.9
பிஸ்மத்	223.1
கால்சியம்	422.7
காட்மியம்	326.1
கோபால்ட்	345.4
குரோமியம்	425.4
தாமிரம்	327.4

சுடர் உமிழ்வு நிரலியலில் பண்பறி பகுப்பாய்விற்கு வெளியிடப்படும் செறிவினை அலைநீளத்தின் சார்பாகப் பெறப்படும் நிரல் பயனாகும். இந்த நிரலைத் தெரிந்த தனிமங்களின் நிரலுடன் ஒப்பிடும்போது (அதே கருவியைக் கொண்டு எடுக்கப்பட்ட நிரல்கள்) மாதிரியின் மூன்று வரிகளாவது தெரிந்த தனிமத்தின் வரிகளாவது ஒத்திருந்தால் தனிமத்தைக் கண்டறிய முடியும்.

அணு உமிழ்வு நிரலியல். இதற்குச் சுடர் உமிழ்வு நிரலியலில் பயன்படும் கருவியே பயன்படுகிறது. சுடருக்குப் பதிலாகப் பிளாஸ்மா அல்லது மின்முனைகள் உள்ளன. ஆர்கான் பிளாஸ்மாக்களே பெரிதும் இடம் பெறுகின்றன. ஆர்கான் பிளாஸ்மாக்கள் பயன்படுத்தப் படும்போது மிகு வெப்பநிலை பெறப்படுவதால் அணுக்களும், அயனிகளும் சுடரினால் கிளர்வூட்டப் படுவதைவிட மிகத் திறம்படக் கிளர்வூட்டப்படுகின்றன. இதனால் வெளியிடப்படும் வரிகளின் செறிவு மிகுந்துள்ளது. மேலும் கூடுதலான நிரல்வரிகள் காணப்படுகின்றன.

பிளாஸ்மாவைப் பயன்படுத்தும் கருவியில் அலைநீளத்தைத் தெரிவு செய்யக்கூடிய கருவியாக ஒரு குறுகிய பாண்பாஸ் ஒற்றை அலைநீளக் கருவி பயன்படுகிறது. அலைநீளம் மற்றும் நிரலியல் கருவியின் மற்றச் சார்புகள் யாவும் ஒரு கணிப்பொறி மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன.

சுடர் உமிழ்வு நிரலியலில் எவ்வாறு பண்பறி பகுப்பாய்வு செய்யப்படுகிறதோ அதே போல அணு உமிழ் நிரலியலிலும் பண்பறி பகுப்பாய்வு செய்யப்படுகிறது. பகுத்தறியக்கூடிய பொருளின் நிரல், தெரிந்த தனிமங்களின் அணு மற்றும் அயனி நிரல்களுடன் ஒப்பிடப்படுகிறது. மூன்று அதிக செறிவுள்ள வரிகள், தெரிந்த தனிமத்தில் உள்ளத்தைப்போன்று தெரியாத பகுத்தறியக்கூடிய பொருளிலும் காணப்பட்டால் அந்த குறிப்பிட்ட தனிமம், அந்தப் பொருளிலும் உள்ளது எனக் கொள்ளலாம். பிளாஸ்மாவைக் கொண்டு செய்யக்கூடிய அளவறி பகுப்பாய்வு, அணு வரி அல்லது அயனி வரிகளைக் கொண்டு செய்யப்படுகிறது. அயனி வரிகளே பெரும் பாலும் தெரிவு செய்யப்படுகின்றன. ஏனெனில் அயனி வரிகள், பிளாஸ்மா வெப்பநிலையில் அணுவரிகளைவிட மிகு செறிவைக் கொண்டிருக்கின்றன. பிளாஸ்மா வெப்பநிலைகள் 6000K இலிருந்து 10,000K வரை உள்ளமையால் பெருமளவில் அணு மற்றும் அயனி வரிகள் உருவாகின்றன. இது அணு உமிழ்வு நிரலியல் வரிகளை மேலும் குழப்பத்தில் ஆழ்த்திவிடும்.

அணு ஒளிர்தல் நிரலியல். அணு ஒளிர்தல் நிரலியலில் ஒரு வரி அல்லது தொடர்ச்சியான மூலத்திலிருந்து கதிர்வீச்சுப் பெறப்பட்டு அணுக்களை உயர் எலெக்ட்ரான்கள் இயல்பு நிலைக்குத் திரும்பும்போது வெளியிடப்படும் ஒளிர்தல் கதிர்வீச்சு அளக்கப்பட்டுப் பகுத்தறிதலுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஒரு கதிர்வீச்சு மூலத்திலிருந்து வெளியிடப்படும் கதிர்வீச்சு அணுக்களால் உறிஞ்சப்பட்டால் அது அணுக்களைக் கிளர்வுற்ற எலெக்ட்ரான் மட்டத்திற்கு எடுத்துச் செல்கிறது. அணு ஒளிர்தல், ஃபோட்டான்கள் உறிஞ்சப்படுவதால் கிளர்வூட்டப்பட்ட அணுக்கள், கதிர்வீச்சை வெளியிடுவதால் நடைபெறுகிறது. இதில் ஒத்திசைவு ஒளிர்தல், நேர்கோட்டு ஒளிர்தல், படிப்படியாக ஒளிர்தல், வெப்பத்தின் துணையால் ஒளிர்தல் (படம் 2) என நால்வகை உண்டு. அணு ஒளிர்தல் நிரலியல் கருவியின் அமைப்பைப் படம் 3 விளக்குகிறது.

அணு ஒளிர்தல் நிரலியலைக் கொண்டு பகுத்தறிதல். அணு ஒளிர்தல் நிரலியலைக் கொண்டு செய்யப்படுவது அளவறி பகுப்பாய்வாகும். ஏறத்தாழ 58 தனிமங்கள் இயைபிடப்பட்டுள்ளன. பெரும்பாலான இயைபு காணல், உடனிசைவு ஒளிர்தலினால் அளந்தறியப்பட்ட தனிமங்கள் மற்றும் அவற்றிற்காகப் பயன்படுத்தப்பட்ட அலைநீளங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

தனிமம்	அலைநீளம் (nm)
வெள்ளி	328.1
தங்கம்	249.7, 267.6
பெரிலியம்	234.0
பிஸ்மத்	302.5, 306.8
கால்சியம்	422.7
கோபால்ட்	240.7
குரோமியம்	357.9

வேறுசில தனிமங்கள் நேர்கோடு அணு ஒளிர்தல் நிரலியலினாலும் படிப்படியான அணு ஒளிர்தல் நிரலியலினாலும் அளந்தறியப்படுகின்றன. எ-டு:-

தனிமம்	வெளியிடப்பட்ட அலைநீளம் (nm)	முறை
அலுமினியம்	309.2	நேர்கோட்டு அணு ஒளிர்தல் நிரலியல்
பிஸ்மத்	302.5	”
இரும்பு	373.5	”
இண்டியம்	451.1	”
பல்லேடியம்	340.5	படிப்படியான அணு ஒளிர்தல் நிரலியல்
சிலிகான்	251.6	”
வெள்ளீயம்	303.4	”

எக்ஸ் கதிர் ஒளிர்தல் நிரலியல்

ஓர் அணுவின் உள் ஆற்றல் மட்டங்களில் உள்ள எலெக்ட்ரான்கள் எக்ஸ் கதிர்க்கற்றையினால் வெளித்தள்ளப்பட்டால், உள் ஆர்பிட்டால்களில் இதனால் ஏற்படும் துளைகள் அதனை அடுத்த உயர் ஆற்றல் மட்டங்களிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் தாவுதலால் நிறைவடைகின்றன. இச்செயலின்போது வெளியாகும் ஆற்றல், எக்ஸ் கதிர்ப் பகுதியில் அமைகிறது. ஆனால் இதன் அதிர்வெண் உண்மையில் கிளர்வூட்டுங்

கதிர்வீச்சின் அதிர்வெண்களைவிடக் குறைவு; ஒளிரும் பொருளிலிருந்து வெளியாகும் எக்ஸ் கதிர்கள் இரண்டாம் நிலை எக்ஸ் கதிர்கள் எனப்படுகின்றன. இக்கதிர்களை ஒரு படிகப் பரப்பிலிருந்து தளவிளைவு ஏற்படுத்துமாறு செய்வதன் மூலம் உள்ளடங்கிய அதிர்வெண்களாகப் பகுத்தறியலாம். இந்தப் படிகப் பரப்பு, உள்ளடங்கியுள்ள அலைநீளத்திற்கேற்பத் தகுந்த இடைவெளிகள் கொண்ட நிரலைக் கொண்ட ஒரு கீற்றணியைத் தோற்றுவிக்கிறது. புறவியல் தூண்டல்களால் உள் ஆர்பிட்டால் ஆற்றல்கள் மாறுதல் அடைவதில்லை. மேலும், ஒவ்வோர் அணுவும் அதற்கே உரித்தான ஆற்றல் மட்டங்களைப் பெற்றுள்ளமையால் எக்ஸ் கதிர் ஒளிர்தல் நிறமாலையியல் ஒரு மிகச் சிறந்த விரைவான எளிதில் மாதிரியிலுள்ள குறிப்பிட்ட அணுக்களைப் பகுத்தறியவும் மதிப்பிடவும் பயன்படுகிறது. உலோகக் கலவைகளின் இயைபை மதிப்பிட இந்தத் தொழில் நுணுக்கம் துணையாகிறது. ஏனெனில் உருகு நீர்மத்திலிருந்து மாதிரி எடுக்கப்பட்டுப் பகுத்தறியும் வேகம் மிக அதிகமாக இருக்கிறது வார்ப்பிடுதலுக்கு முன்னரே இந்தப் பகுத்தறிதல் செய்து முடிக்கப்பட்டுவிடும்.

ஒளிர்தல். எலெக்ட்ரான் உறிஞ்சு நிரலில் ஆந்த்ரசீன் புறஊதாப் பகுதியில் நிறமற்றதாகக் காணப்படுகிறது. ஆனால் தூய ஆந்த்ரசீனைப் புறஊதாக் கதிர்களின் முன்னிலையில் பார்க்கும்போது கண்ணுறு ஊதா நிறத்தை வெளியிடுகிறது. இதனை ஒளிர்தல் என்பர். ஒரு மூலக்கூறு ஓர் அலைநீளமுள்ள ஒளியை உறிஞ்சிக் கொண்டு பிறிதோர் அலைநீளமுள்ள ஒளியை வெளியிடுமானால் அந்த நிகழ்ச்சிக்கு ஒளிர்தல் என்று பெயர். ஒளி மூலத்தை நீக்கிவிட்டால் ஒளிர்தல் நின்று விடும் என்பது ஒளிர்தலின் குறிப்பிடத்தக்க பண்பாகும்.

கிளர்வுற்ற நிலை, கிளர்வுறுதல் நீக்கப்படுதல் ஆகியன உமிழ்தல் ஒன்றினால் மட்டும் நிகழ்ந்தால் ஒளிர்தலின் கால நேரம் $T_0 = 1/k_f$ என்னும் சமன்பாட்டில் தரப்படுகிறது. k_f என்பது ஒளிர்தலின் முதல்படி வினையின் வேக மாறிலி ஆகும்.

ஒளிர்தல் தன்னிச்சையான உமிழ்வினால் நிகழுமானால் (ஐன்ஸ்டீன் கொள்கைப்படி) செறிவின் பரவல் உறிஞ்சு நிரலில் உள்ளதைப் போலவே இருக்கும். அதிர்வுறு ஆற்றல் மட்டங்களுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளிகள் இயல்பு நிலையிலும், கிளர்வுற்ற நிலையிலும் ஒரே மாதிரியாக இருக்குமானால் உறிஞ்சுதல் நிரலும், ஒளிர்தல் நிரலும் ஆடிப்பிம்பத் தொடர்பைப் பெறும்.

இரண்டு அணுவைக் கொண்ட மூலக்கூறுகளைப் பொறுத்தவரை ஒளிர்தல் நிரலின் தோற்றத்தை விவரிக்கலாம். S_0, என்பது இயல்பு நிலையையும், S_1 என்பது கிளர்வுற்ற அதிர்வுறு மட்டங்களையும் குறிக்கும்.

S_1 என்னும் கிளர்வுற்ற நிலைக்குச் சென்றவுடன் கிளர்வுற்ற மூலக்கூறு, உள்ளுக்குள்ளேயே நிகழும் மாற்றத்தால் மிகக் கீழேயுள்ள அதிர்வுறு மட்டத்திற்குச் செல்கிறது. S_0க்கு மாற்றம் நடக்கும்போது மூலக்கூறு உயர் அதிர்வுறு மட்டத்திற்குச் செல்வதுடன் நின்றுவிடுகிறது.

ஆந்த்ரசீன் போன்ற சிக்கலான மூலக்கூறுகள் பல் ஒளிர்தல் பட்டைகளைக் கொடுக்கின்றன. இது ஒளிர்தல் நிரல் எனப்படுகிறது. ஆந்த்ரசீன், வெவ்வேறு பரந்த எல்லைகளைக் கொண்ட கிளர்வுறு கதிர்வீச்சைப் பயன்படுத்தினாலும் அதே ஒளிர்தல் நிரலையே கொடுக்கிறது. ஆனால் ஒளிர்தல் நிரலின் செறிவு மாறியிருக்கலாம். ஆந்த்ரசீனின் ஒளிர்தல் நிறமாலையில் நான்கு உச்சங்கள் காணப்படுகின்றன.

நின்றொளிர்தல். கிளர்வு கதிர்வீச்சை நீக்கிய பின்வரும் மூலக்கூறுகள் தொடர்ந்து மிகு அலைநீளமுள்ள கதிர்வீச்சை வெளிவிடுவது நின்றொளிர்தலாகும்.

λ உச்சம் 380, 400, 420, 450.

நின்றொளிர்தல் மும்மை எலெக்ட்ரான் நிலையின் (T_1) மிகக் கீழேயுள்ள அதிர்வுறு நிலையிலிருந்து S_0 இன் வெவ்வேறு அதிர்வுறு மட்டங்களுக்கு மாற்றங்கள் நடைபெறுவதால் கிடைக்கிறது. எனவே நின்றொளிர்தல் நிரலும் ஒளிர்தல் நிரலும் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும். T_1 நிலை S_0 நிலையைவிடக் குறைந்த அளவு ஆற்றலைக் கொண்டுள்ளது. எனவே நின்றொளிர்தல் நிரல் ஒளிர்தல் நிரலைவிட மிகு அலைநீளத்தில் கிடைக்கிறது.

S_1 நிலையிலிருந்து அதிர்வுறு ஆற்றல் இழக்கப்படும்போது S_1, T_1 ஆகியவற்றுக்கான நிலை ஆற்றல் வளைவுகள் வெட்டிக் கொள்ளும் நிலைக்கு ஏற்ற அதிர்வுறு ஆற்றல், அணு இடைத் தொலைவு ஆகியவற்றை மூலக்கூறு கொண்டிருக்குமானால் அதிர்வுறு ஆற்றல் இழக்கப்படுவது T_0 நிலையிலிருந்து தொடரலாம். இரண்டு நிலை ஆற்றல் வளைவுகள் வெட்டிக்கொள்ளும் இடத்தில் கருக்கள் ஒன்றையொன்று சார்ந்து இயங்குவதில்லை. ஆற்றல் என்பது இரண்டு நிலைமைகளிலும் ஒன்றாக உள்ளது. இவ்வகைச் சூழ்நிலை நிலவும்போது S_1 இலிருந்து T_1 க்குச் செல்லும் மாற்றம் பெருமளவில் நடைபெறுவதற்கான வாய்ப்பு

உள்ளது. இது நிரல் விதிகளின்படி ஏற்றுக் கொள்ளத்தக்கதாக இல்லை. மும்மை நிலைமையினுடைய வாழ்வுக் காலம் மிகுதியாக உள்ளமையால் நின்றொளிர்தல் கதிர்வீச்சு மெதுவாக நிகழ்கிறது.

- வி. சூரியநாராயணன்

நில அரிப்பு

இயற்கையாகவோ, செயற்கையாகவோ அமைந்த நீரோடைகளில் ஓடுகின்ற நீர், நிலத்தின் மேற்பரப்பினை அரித்துச் செல்லக்கூடும். இதனை நீரினால் ஏற்படும் அரிப்பு என்பர். அரிப்பு ஏற்படும் நீர்ப்பாதைகளீல், படுகையில் மட்டுமன்றி இருபுறமும் உள்ள கரைகளிலும் மாற்றங்கள் ஏற்படும். முதலில் சிறிய அளவில் ஏற்படும் அரிப்பு நாளடைவில் இரு கரைகளிலும் திடீர்த் திருப்பங்களையும் ஒழுங்கற்ற வளைவுகளையும் ஏற்படுத்திவிடக்கூடும். நீரின் திசை வேகம் மேன்மேலும் அதிகரிக்க அரிப்பும் அதிகரிக்கும். அரிப்பு கரையைத் தாக்கும்போது கால்வாயின் ஆழம் குறைவதால் அதில் செல்லும் நீரின் வேகமும் குறைகிறது. பயன் பெறும் பரப்பளவும் குறைகிறது. மேலும் அரிப்பு, கால்வாய் கரைகளை அரித்து அடித்துச் செல்ல வாய்ப்பு உள்ளமையால் நீர்ப்பாசனக் கட்டுமானங்களின் அடித்தளங்களை அரித்து அக்கட்டுமானங்களைத் தகர்த்துவிடுகிறது.

ஒரு கால்வாயின் குறுக்கு வெட்டமைப்பை ஒட்டியே நீரோட்டத்தின் விளைவு இருக்கும். எந்த ஒரு கால்வாய் வெட்டு முகத்திற்கும் உய்யத் திசைவேகம் (critical velocity) வரையறுக்கப்படுகிறது. இவ்வேகத்தைவிட அதிக வேகத்தில் நீர் பாயுமானால் அரிப்பும், குறைவான வேகத்தில் நீர் பாயுமானால் வண்டல் படிவும் ஏற்படும். இவ்வாறு சில பகுதிகளில் படிதல் அவ்வப் பகுதிகளின் வெட்டுமுக அமைப்பு தரையின் சரிவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமையும்.

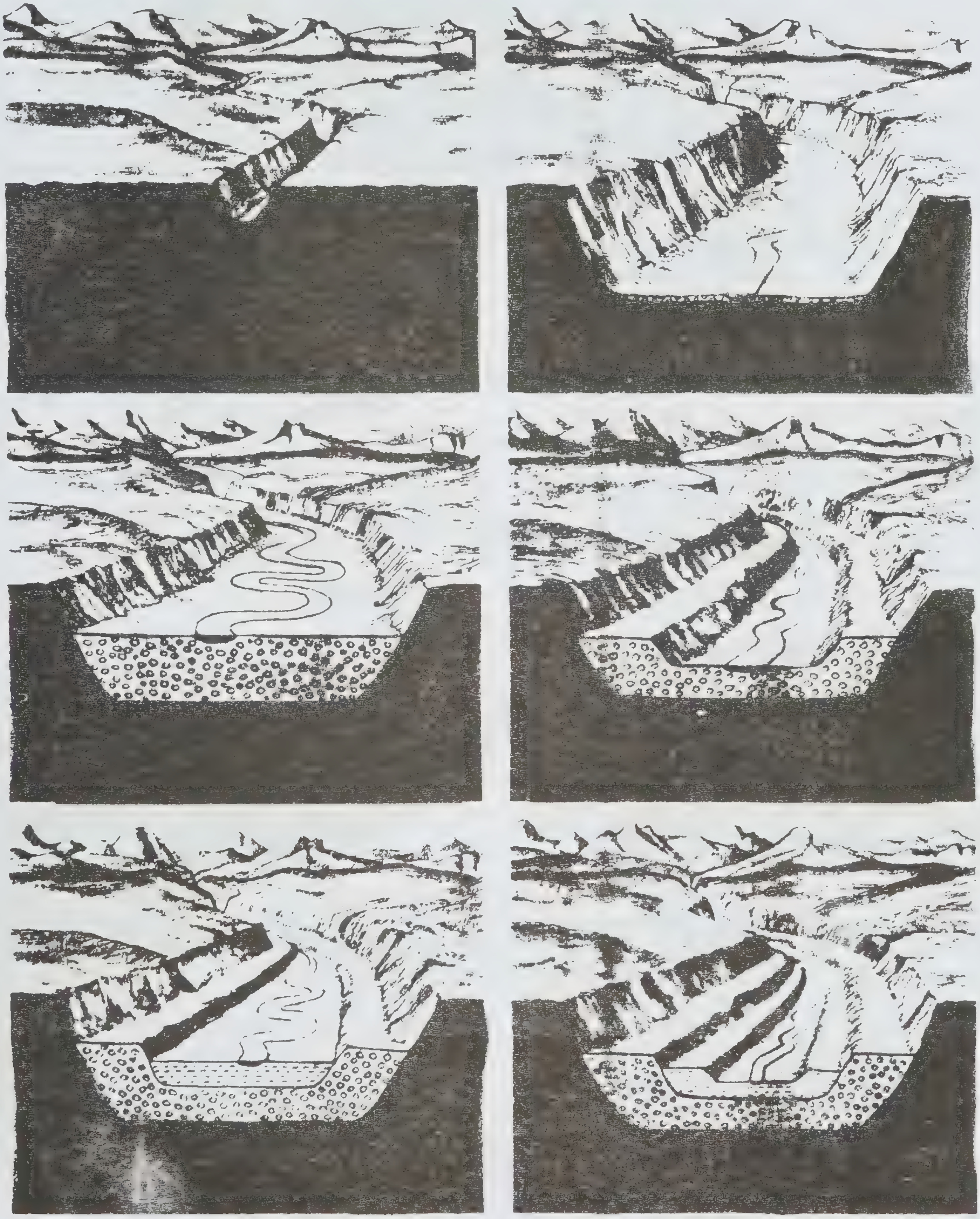
நீண்ட தொலைவு செல்லும் நதிகளில் பொதுவாக வளைவுகள் மாறி மாறி வருவதுண்டு. இதில் உட்குழிவு வளைவு பகுதிகளிலுள்ள மண் அரிக்கப்படுகிறது. நீரில் கலந்து வரும் வண்டல் உட்குவி வளைவு பகுதியிலோ இரு வளைவுகளுக்கு இடையில் உள்ள பகுதியிலோ படிகிறது. இது தொடர் நிகழ்ச்சி ஆகும். முதன் முதலில் நதிநீர் அதன் அச்சுக்கோட்டில் இருந்து விலகிச் சென்றால் பின்னர் வளைவுகள் மிகுவதைத் தவிர்க்க இயலாது.

வளைவுகளில் அரிப்பு ஏற்படுவதும் தூய்மிப்பினால் இடம் பெயர்ந்த மண் துகள்கள் படிவதும் வேக வேறுபாடுகளால் ஏற்படுவனவாகும். நீர் வளைவுகளில் பாய்ந்து ஓடும்போது மையம் விட்டு விலகிச் செல்லும் புற விசை உருவாகிறது. இதனால் உட்குவி பகுதியில் உயர் அழுத்தம் உருவாகிறது. நீர் தன் மட்டத்தில் நிற்கும்பொருட்டு உட்குழிவு பகுதியை நோக்கி நகர்கிறது. எனினும் நீரின் அடிப்பகுதியில் நீரின் திசைவேகம் மேற்பகுதியைவிடக் குறைவு. மைய விலக்கு விசை மேற்பகுதி நீர் அடிப்புறம் நோக்கி வருவதைத் தடுக்கும் அளவு மிகுதியாக இராது. ஆதலால் நீர் அடிப்புறம் நோக்கிச் சுழன்று உட்குவி பகுதியை நோக்கி வருகிறது. இச்சுழல் விசை உட்குழிவுப் பகுதியில் அரிப்பினை ஏற்படுத்துகிறது.

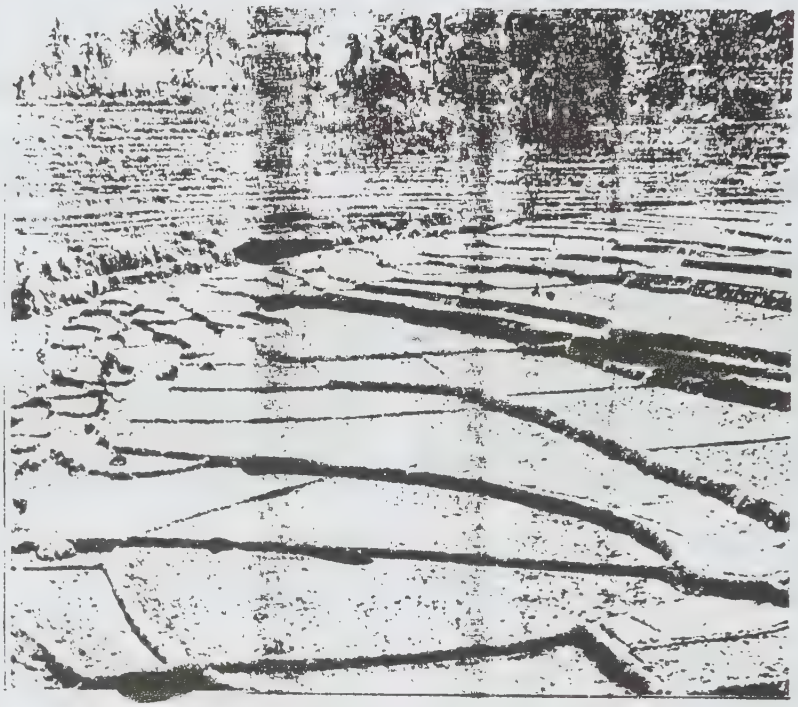
ஆற்றுப் படுகையின் ஒரு பகுதியில் தொடர்ந்து அரிப்பு ஏற்பட்டுத் தளமட்டம் குறைவதாயின் அப்பகுதியினைத் தாழ்வுறும் நதிப்பகுதி என்பர். கால்வாய் அல்லது நதிக் கரைப்பகுதிகளில் அரிப்பு ஏற்படாமல் தடுக்கக் கற்களைப் பதித்துப் பாதுகாப்புச் செய்தல் கரைகாப்புத் தளம் (revetment) எனப்படுகிறது. இத்தளம் அமைக்காவிடில் அரிப்பு அடித்தளப்பகுதியில் தொடங்கிக் கரையின் அடியிலேயே அரித்துக் கொண்டு செல்லும். பின்னர் கரை முழுவதும் சரிந்து விழுந்துவிடும். மொத்த நீரின் அளவு மற்றும் ஓடும் தளத்தின் மண் பகுதியைச் சேகரித்து அவ்விடத்தில் ஏற்படக்கூடிய அரிப்பின் ஆழத்தைக் கணக்கிட முடியும். அந்த ஆழத்தைவிட அதிக அகலத்திற்குக் கரைக்காப்புத் தளத்தை அமைக்க வேண்டும்.

நீரின் ஓடும் வேகம், திசை ஆகியவற்றைத் தடுப்புச் சுவர்கள் மூலம் கட்டுப்படுத்தி அரிப்பைக் குறைக்க முடியும். இவ்வாறு அரிப்பினால் இடம் பெயரும் மண்துகள்கள் வண்டல்களாகப் படியும். அணைக்கட்டு, மதகு, நீர்த்தடுப்புச்சுவர் ஆகிய கட்டுமானங்களுக்கு அருகில் நீரின் திசைவேகம் குறைவதாலும், நீர் நிலையாக நிற்பதாலும் தூய்மிப்பினால் உருவாகிய வண்டல் கழிவுகள் படிந்துவிடுகின்றன. அரிப்புப் படிவினை வண்டல் அல்லது சகதி என்பர்.

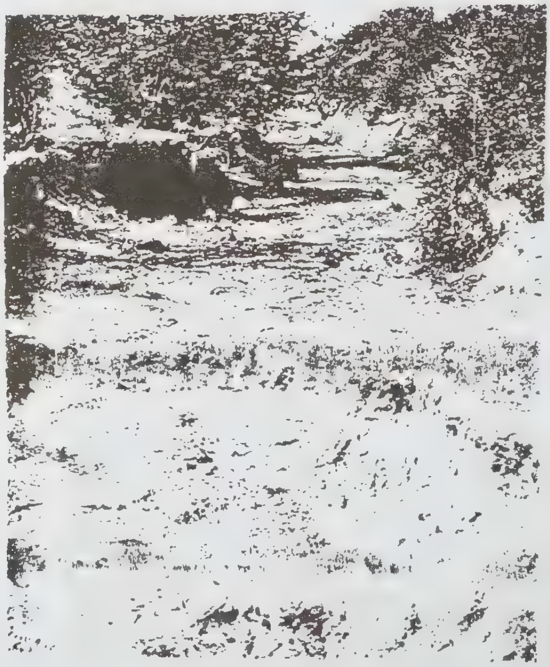
நீரின் பாதையில் குறுக்காகக் கட்டப்படும் நீர்த்தடுப்புச் சுவர் சற்று உயரமாக உள்ளமையால் நீர் சுவரின் உயரத்திற்கு தேக்கப்பட்டுப் பின் அங்கிருந்து கீழ்நோக்கித் திறந்துவிடப்படும். இச்சுவரின் ஓர் ஓரப்பகுதியில் கீழ்ப்புறமாக ஒரு மதகு அமைத்தால் அதன் வழியே வண்டல் வெளியேற வசதியாக இருக்கும். இதற்கு



நில அரிமான வகை



நில அரிமானம் தடுக்கும் விளைநிலம்



நீர் அரிமானத் தாக்கம்

அரிமானத் தடுப்பு வேலி

வண்டல் வடிமதகு என்று பெயர். இம்மதகினைத் திறந்து மூட வசதியாகத் கல் கதவோ பிற கதவுகளோ பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவை நீர்த்திறப்பு மதகுகளின் அருகே மிகவும் தாழ்வாகக் கட்டப்பட்டிருக்கும். இதனால் மதகுகளின் வழியே வெளியேறும் நீரில் வண்டல் வெளியேறுவதில்லை. மிகுந்த வெள்ளம் வரும்போது வண்டல் மதகு திறக்கப்பட்டிருக்கும். அதன் வழியே வண்டல் நீருடன் அடித்துச் செல்லப்பட்டுவிடும். வண்டல் மதகின் நீளம் மொத்த நீர் உயரத்தைவிட மிகுதியாகவும் அகலம் 0.10மீ.-0.20மீ. வரை இருக்குமாறும் அமைக்க வேண்டும். மொத்த வெள்ள நீர் அளவில் 15% அளவை வெளியேற்றக்கூடிய அளவில் வண்டல் மதகு இருக்க வேண்டும்.

கழிவாக நிற்கும் வண்டலை இம்முறைகளில் அகற்றுவதுண்டு. சேமித்து அகற்றும் முறை, பாதித்திறப்புப் பாய்வு முறை ஆகிய இரு முறைகளை இடத்திற்கேற்பப் பயன்படுத்தலாம். சேமித்து அகற்றும் முறையில் கால்வாயில் நீர் ஓடிக்கொண்டிருக்கும்போது வண்டல் மதகு அனைத்தும் மூடப்பட்டு வண்டல் திறப்புகளின் முன் பகுதியிலுள்ள தொட்டிகளில் சேமிக்கப்படும். வண்டல் ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்திற்கு மேல் சேமிக்கப்பட்ட பின்னர் திறப்பு முழுமையாகத் திறக்கப்பட்டு அனைத்து வண்டலும் நீருடன் அடித்துச் செல்லப்படும். பின்னர் மீண்டும் வண்டல் மதகு மூடப்படும்.

இரண்டாம் முறையில் வண்டல் மதகு முழுவதும் மூடப்படாமல் பாதி திறந்த நிலையிலேயே வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஆதலால் வண்டல் சீராக எப்போதும் வெளியேறிக் கொண்டே இருக்கும். வண்டல் நீருடன் கலந்து வருவதை இம்முறையில் தவிர்க்கமுடியாது.

நீருடன் வண்டல் கலக்காமல் அகற்றுவதற்கு இரு வகையான துணைக் கட்டுமானங்கள் கட்டப்படுகின்றன. அவை வண்டல் தவிர்ப்புச் சுரங்கப்பாதை, வண்டல் வெளித்தள்ளும் சுரங்கப்பாதை எனப்படும். வண்டல் தவிர்ப்புப்பாதையில் ஒரு கால்வாயினுள் நுழையும் முன்பாக மதகுக்கதவுக்கு முன்புறத்தில் தளத்திற்குக் கீழ் வண்டலைச் சேகரிக்கும் தொட்டியாகக் கட்டப்பட்டுக் கற்காரைப் பலகங்களால் மூடப்பட்டிருக்கும். இவற்றினுள் சேகரிக்கப்படும் வண்டல் தனியாக ஒரு திறப்பின் வழியாகப் பிரித்தெடுக்கப்பட்டுவிடும்.

வண்டல் வெளித்தள்ளும் பாதையில் நதி நீர் ஒரு கால்வாயினுள் மதகு வழியே நுழைந்த பின்னர் சற்றுத் தொலைவில் கால்வாய்ப் படுகையின் தளத்திற்குக் கீழே சுரங்கப்பாதைகளாகக் கட்டப்பட்டு அப்பாதை கால்வாயின் வெளிப்புறமாகச் சென்று முடியுமாறு கட்டப்பட்டிருக்கும். நீருடன் வரும் வண்டல் அதன் எடையின் காரணமாக அடிப்பகுதியில் நகர்ந்து வந்து கொண்டிருக்கும். ஆதலால் தளத்திற்குக் கீழே உள்ள சுரங்கப் பாதையினுள்ளே நுழைந்து பின்னர் வெளியே தள்ளப்படும். இவ்வாறு அகற்றப்படும் வண்டல் விளைச்சல் நிலங்களுக்கு உரமாகப் பயன்படும்.

- ஏ.எஸ்.எஸ்.சேகர்

நில ஆவாரை

இதை நிலவாகை, நாட்டு நிலாவிரை, ஆலகாலம், சுமதாயம், தாளினி, குயத்திலைகை என்றும் குறிப்பதுண்டு. இதன் தாவரப் பெயர் கேஸ்ஸியா *(Cassia senna)* சென்னா என்பதாகும். இதன் இணை தாவரப் பெயர்கள் கேஷியா ஆங்குஸ்டிஃபோலியா *(C.angustifolia)*, கே. லேன்சியோலேட்டா *(C. Lanceolata)* என்பனவாம். சிசல்பினாய்டி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இதை ஆப்பிரிக்கா, அரேபியா, இந்தியா ஆகிய நாடுகளில் காணலாம்.

அமைப்பு. இது 1.5 மீ. உயரம் வளரும் புதர் போன்ற செடி. இதன் சிற்றிலைகள் 4-7 இரட்டைகளாக இலை எதிரடுக்கில் இருக்கும். முட்டை-குத்துவாள் வடிவிலான இலையின் மேற்பகுதி வழவழப்பானது. இலையோரம் முழுமையானது. நுனி கூரானது. இலைக்காம்பின் நீளம் 2 செ.மீ. சிற்றிலைக் காம்பின் நீளம் 1 மி.மீ. இலையடிச் செதில் 1.5.மி.மீ. செடி நுனியில் இலைக் கக்கங்களில் மஞ்சரி உண்டாகியிருக்கும். மஞ்சரித்தண்டின் நீளம் 2.5 செ.மீ. பூவடிச் செதில்கள் முட்டை வடிவில் 2 மி.மீ. அளவிலிருக்கும். பூக்காம்புச்செதில்கள் 1.5மி.மீ. அளவானவை. பூக்காம்பின் நீளம் 5 மி.மீ. பூவின் குறுக்களவு 1.5 செ.மீ. குழிந்த புல்லி மடல்கள் ஐந்தும் கரண்டி வடிவானவை (spathulate).

அல்லி இதழ்கள் ஐந்தும் மஞ்சள் நிறமானவை. வட்டம் அல்லது முட்டை வடிவில் காணப்படும். பத்து மகரந்தத்தாள்களில் மூன்று மலட்டு மகரந்தத்தாள்கள் மேலே தோன்றியிருக்கும். வளமான மகரந்தத்தாள்கள் ஏழில் கீழுள்ள இரண்டும் பெரியவை. மகரந்தக் கம்பிகள் நீளம் 3 மிமீ. மகரந்தப்பை வளைந்தும் 1 செ.மீ. அளவிலும் இருக்கும். மகரந்தப்பைகள் நுனிப்பகுதி வழியாக வெடிக்கும். சூல்பை குடைதாங்கி (stipitate) போன்று 1.5 செ.மீ. அளவுள்ளது. இதில் அடர்த்தியான, மஞ்சள்நிற மெல்லிய முடியைப் பெற்றிருக்கும். சூல்கள் 10; தட்டையான, ஒடுங்கிய சிறிய கனி காணப்படும். விதைகள் எட்டும் முட்டை போன்றவை.

நில ஆவாரை ***(Cassia angustifolia)***

பயன். இலைச்சாறு குன்மம், வயிற்றுப்புசம், ஆசனவெடிப்பு, மலச்சிக்கல், பேதிமூலம், கபம், பித்தம், வாதம் இவற்றை நீக்கும். மூளையில் தங்கி நிற்கும் வாதநீர், பித்தநீரைப் போக்கும். காசம், அதிமூச்சு இவற்றை அகற்றும். வாயு, கீல்வாயு, பக்கநோய், சூலைநோய் (paraplegia) உடம்பில் சூழ்ந்து கிடக்கும் கெட்டநீர், நரம்பு இசிவு, வயிற்றுப்புண் விலகும். மூலவாயுவுக்கும், சீழ்ச்சிரங்குகளுக்கும் உதவும். இலையைச் சாறெடுத்துச் சொறி, சிரங்கு, படைகளுக்குப் பூசலாம். மயிர் உதிரும் இடங்களுக்குப் பூச மயிர் உதிர்வதைத் தடுக்கும். மறுதோன்றி இலையுடன் இதன் இலையைச் சேர்த்து அரைத்துக் கூந்தலுக்குத் தடவச் செம்பட்டை அல்லது சிவப்பு மயிர் கறுப்பாகும். நில ஆவாரையை வேருடன் பிடுங்கி மண்ணை அலசியபின் பிரப்பங்கிழங்கு, மிளகு, சுக்கு, காரையிலை ஆகியவற்றுடன் சேர்த்து அரைத்து உருட்டித்தர வாயு நோய்கள் விலகும். மெலிந்தவர், முதிர்ந்தவர், சிறு குழந்தைகளுக்குத் தூா, சிறந்த கழிச்சல் மருந்தாகும். இலையைத் தூய்மைப்படுத்திப் பசுவின் பாலில் சேர்த்து நிழலில் உலர்த்தி எடுத்து இடித்துப் பொடித்துச் சாப்பிட்டுவரக் குமட்டல், வயிற்றுவலி முதலியன அகலும். மேலும் இதனால் மூலவாயு, கிரந்தி, குன்மம், நாட்பட்ட மலச்சிக்கல் ஒழியும். காய்ச்சல், கருக்காலங்களில் இதைப் பயன்படுத்தக்கூடாது.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நில இயற்பியல்

வளிக்கோளம், நீர்க்கோளம், புவிக்கோளம் ஆகியவற்றின் பண்புகளையும் அவற்றில் நிகழும் செயல்களையும் பற்றிப் பயிலுவது நில அல்லது புவி இயற்பியல் (geo-physics) துறை ஆகும். எனவே வளி இயற்பியல், வானிலையியல், கடலியல், பாய்மவியல் ஆகியவற்றைப் புவி இயற்பியலின் கிளைகளாகக் கருதலாம். ஆனாலும் பொதுவாகப் புவியையும் கோள்களையும் பற்றி ஆராய்வது புவி இயற்பியல் என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. புவி நடுக்கவியல், புவி மேற்பரப்புக் கணக்கியல், புவியீர்ப்புப் புலவியல், புவிக் காந்தவியல், புவி வெப்பப் பண்பியல், பொருள் பாய்வியல் (rheology), உயர் அழுத்த அல்லது திண்ம இயல் ஆகியவை புவி இயற்பியலின் முக்கியமான உட்பிரிவுகள் ஆகும். செயல்முறைப் புவி இயற்பியல், புவியியல் தேட்டம், கனிமவளஆய்வு ஆகியவற்றுக்கான கொள்கைகளையும், உத்திகளையும் விவரிக்கிறது. நில நடுக்க முறைகள், புவியீர்ப்பு மற்றும் புவிக்காந்த அளவீட்டு முறைகள், மின் மற்றும் மின் காந்த அளவை முறைகள், புறப்பரப்பில் வெப்பப்பாய்வை ஆய்வு செய்தல் போன்றவை இந்த உத்திகளில் அடங்கும். கடலடிப் புவி இயற்பியல், கடலுக்கு அடியில் உள்ள நிலத்தின் பண்புகளைப் பற்றி ஆராய்கிற ஒரு பெரும் உட்பிரிவு. இயற்பியலின் மீள்திறன், மின்காந்தக் கொள்கை, பாய்ம இயக்கவியல், வெப்ப இயக்கவியல், திண்மநிலை இயற்பியல் ஆகியவற்றிலிருந்தும் புவியியல், வேதியியல், புவி வேதியில், படிகவியல், கனிமவியல் போன்ற துறைகளிலிருந்தும் கொள்கைகளைப் புவி இயற்பியல் பெற்றுப் பயன் அடைகிறது.

கடலடித் தரை விரிவடைதல், கண்டத் தகட்டியல் போன்றவற்றின் கொள்கைகள் புவி அறிவியலில் பெரும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த ஒற்றுமைப்படுத்தும் கொள்கைகளாக விளங்குகின்றன. அவை புவி இயற்பியல், புவி வேதியியல், புவியியல், தொல் சூழ்நிலையியல் போன்ற துறைகளில் பல நிகழ்வுகளுக்கு விளக்கங்களை அளித்திருக்கின்றன. கண்டத் தகட்டியல் கொள்கைகள் சில சிக்கல்களையும் எழுப்பியிருக்கின்றன. குறிப்பாகக் கண்டத்தகடுகளின் இயக்கத்திற்குக்

காரணமான விசைகளைப் பற்றித் தகவல்கள் தெரியவில்லை. புவியின் முழுப்பரப்பும் சில உறுதியான பாறைத் தகடுகளால் ஆனது எனக் கண்டத் தகட்டியல் கருதுகிறது. அவை ஏறத்தாழ 100கி.மீ. தடிமன் உள்ளவை; அவை எப்போதும் நகர்ந்து கொண்டே இருக்கின்றன. இந்தப் பாறைக் கோளத்திற்குக் கீழே இளகிய நிலையில் நெகிழ்கோளம் (asthenosphere) என்னும் பகுதி உள்ளது. அதன் மேல் கண்டத்தகடுகள் மிதந்து கொண்டிருக்கின்றன. தகடுகள் சந்தித்துக் கொள்கிற விளிம்புகளில் நில நடுக்கங்களும் எரிமலை உமிழ்வுகளும் ஏற்படுகிற பகுதிகள் அமைந்திருக்கின்றன. கண்டத் தகடுகளில் நிலப்பகுதிகளும் கடலடித் தரைப் பகுதிகளும் அடங்கியிருக்கும். கண்டத் தகடுகளின் நிலப் பகுதிகளில் சிதைவு ஏற்படுவதில்லை. பொதுவாகக் கடந்த காலத்தில் அவற்றில் வளர்ச்சியே ஏற்பட்டிருக்கிறது. ஆனால் இரண்டு கண்டத் தகடுகள் மோதிக் கொள்ளும்போது அவற்றின் வடிவ அமைப்புகள் மாறிவிடும். கண்டங்கள் மோதிக் கொண்டதன் காரணமாக இமயமலை போன்ற மலைத் தொடர்களும் மடிப்புகளும் உண்டாயின. இதற்கு மாறாகக் கண்டத் தகடுகள் பிளவடைந்து புதிய கண்டங்களும் அவற்றுக்கிடையில் புதிய கடல்களும் தோன்றிவிடலாம். கடலடித் தகடுகள் தொடர்ந்து உருவாகிக் கொண்டும் மறைந்து கொண்டும் இருக்கின்றன. கடலடித் தரையின் பிளவுகளிலிருந்து வெளிக் கசிந்து வரும் பாறைக் குழம்புகள் புதிய கண்டத் தகடுகளை உருவாக்கிக் கொண்டே இருக்கின்றன. அதிலுள்ள பெரும் வரிப்பள்ளங்களில் கடலடித்தரை உள்வாங்கி மறைந்து போவதும் உண்டு. கண்டத் தகடுகள் ஒன்றோடொன்று உராய்ந்தவாறு நழுவிச் செல்லுகிற எல்லை விளிம்புகள் இடமாற்றப் பிழைகள் (transform fault) எனப்படும். கண்டத் தகடுகளுக்கு அடியில் உள்ள நெகிழ் கோளத்தில் ஏதோ ஒரு வடிவத்தில் வெப்பச் சலன இயக்கங்கள் ஏற்படுவதால் கண்டத் தகடுகள் நகருமெனவும் கருதப்படுகிறது. ஆனால் அதை உறுதிப்படுத்தும் சான்றுகள் போதுமான அளவில் கிடைக்கவில்லை.

நில நடுக்கவியல் என்பது நில நடுக்கங்கள், அவற்றின் செயல்முறைகள், அவற்றால் ஏற்படும் விளைவுகள் ஆகியவற்றையும் நில நடுக்க அலைகள் புவியில் பரவுவதையும் பற்றிப் பயிலுவதாகும். நில நடுக்க அலைகளை உண்டாக்குகிற பரவும் விரிசல்கள் முக்கியமாகக் கண்டத் தகடுகளின் விளிம்புகளுக்கு அருகில் உள்ள வலிவற்ற பகுதிகளிலேயே உண்டாகின்றன என்று கண்டத் தகட்டியல் கொள்கைகள் மெய்ப்பித்துள்ளன. நில நடுக்கங்களால் உண்டாக்கப்படும் அலைகள் பரவுகிற விதத்தை மீள்திறன் கொள்கைகளின் அடிப்படையில் விளக்க முடியும். நில நடுக்கங்களின்போது மூன்று வகையான அலைகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. அவை நீள வாக்கில் பரவும் P அலைகள், குறுக்கு வாக்கில் பரவும் S அலைகள், மேற்பரப்பு அலைகள் ஆகியன ஆகும். இத்துடன் பெரிய வலிவுள்ள நில நடுக்கங்கள் முழுப் புவியையுமே உலுக்கித் தனி அலைவுகள் (free oscillations) எனப்படுகிற அதிர்வுகளை உண்டாக்கும்.

மக்கள் வாழ்கிற பகுதிகளில் நில நடுக்கம் ஏற்படுவது ஓர் அச்சுறுத்தும் நிகழ்வு ஆகும். நில நடுக்க வாய்ப்பு மதிப்பீடு, கட்டிட மனை இடத் தேர்வு முறை, அதிர்வு தாங்கும் கட்டிட வடிவமைப்பு ஆகியவை அடங்கிய நில நடுக்கப் பொறியியல் என்னும் ஒரு புதிய துறையே உருவாகி வளர்ச்சி அடைந்திருக்கிறது. நில நடுக்க முன்னறிவிப்பு முறைகளிலும் அதன் விளைவாக நில நடுக்கக் கட்டுப்பாட்டு முறைகளிலும் அண்மைக் காலத்தில் அறிவியல் அக்கறை வளர்ந்து வருகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் மிக விரைவில் நில நடுக்கம் ஏற்படக்கூடும் என்பதை முன்கூட்டியே மறைமுகமாகத் தெரிவிக்கக்கூடிய பல நிகழ்வுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. நில நடுக்க அலைகளின் பரவல் வேகங்களில் ஏற்படும் மாற்றங்கள், காந்தத் தன்மை மாற்றங்கள், தல அளவில் ஏற்படக்கூடிய தரை ஏற்றங்கள் அல்லது சாய்வுகள் போன்ற நிகழ்வுகள் ஓரிடத்தில் தரைக்கடியில் விசைகள் கூடிப் பெருகி வருவதையும் அவை ஒரு மாறுநிலை அளவை எட்டியதும் நில நடுக்கம் ஏற்படலாம் என்பதையும் சுட்டிக் காட்டுகின்றன.

மேல் தரைக்கு அருகில் உள்ள கட்டமைப்புத் தன்மைகளையும், ஒட்டு மொத்தமான புவிக் கட்டமைப்புத் தன்மைகளையும் பற்றி அறிய நில நடுக்க முறைகள் பயன்படுகின்றன. முழுப் புவிக் கட்டமைப்பு பற்றிய தகவல்கள் நில நடுக்க அலைகளின் பயண நேரம், அலைவடிவம் ஆகியவற்றிலிருந்தும் புவியின் தனி அலைவு நேரங்களிலிருந்தும் சேகரிக்கப்படுகின்றன. அவற்றின் அடிப்படையில் புவியின் அமைப்பைப் பற்றி உருவாக்கப்பட்ட கொள்கை மாதிரிகள் நீள் வாட்டுத் திசைவேகம், குறுக்குத்திசைவேகம், அடர்த்தி ஆகியவற்றை ஆழத்தின் சார்பெண்களாக அளிக்கின்றன. இதிலிருந்து புவியின் பரும மீள்திறன் குணகம், சறுக்க மீள்திறன் குணகம் ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இத்தகைய ஆய்வுகளிலிருந்து புவி பல படல அடுக்குகளைக் கொண்டது என்று தெரிய வந்திருக்கிறது. புவிப்பரப்பியல் (geodesy) புவிக் கோளத்தின்

வடிவத்தை ஆராய்கிறது. அதை இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒரு பிரிவு புவியின் நீள் கோள உருவை (Spheroid) அல்லது கடல் பரப்புடன் பெரும அளவில் பொருந்துகிற மூவார உருவை (ellipsoid) வரையறுக்கிறது. மற்றப் பிரிவு உண்மையில் உள்ள கடல் மட்ட வடிவத்துக்கும் நீள் கோள உருவுக்கும் உள்ள பிறழ்ச்சிகளை அளவிடுகிறது. புவி, சுழற்சியினால் உருவாகும் மூவார உருவத்தையே பெற்றிருக்கிறது. துருவங்களில் அதன் மேல் பரப்பு சிறிதளவு தட்டையாக்கப்பட்டிருக்கிறது. அது முழுமையான பாய்ம நிலையியல் தன்மை கொண்டதாக இல்லை எனத் துல்லியமான அளவீடுகள் காட்டுகின்றன.

துல்லியமான நில அளவை முறைகளும் செயற்கைத் துணைக் கோள் ஓடுபாதைகளை டாப்ளர் விளைவு முறைகளில் அளவிடுதலும் இணைந்து புவியின் கடல்மட்டக்கோள அமைப்பையும் (geoid), நீள் கோள அமைப்பையும் அறுதியிடத் துணைபுரிகின்றன. தற்போது கண்டத் தகடுகள் நகரும்போது புவியின் மேற்பரப்பில் உள்ள இரண்டு புள்ளிகளுக்கிடையிலான தொலைவில் ஏற்படும் மாற்றங்களை ஒளியியல் முறைகளாலும் ரேடியோ அலைக் குறுக்கீட்டு முறைகளாலும் அளவிடப் புவியியல் வல்லுநர்கள் முயல்கின்றனர். புவியீர்ப்பு அழுத்தப்புலத்தில் உண்டாகும் மாற்றங்களுக்குப் புவியின் நடு உறையின் (mantle) மேல் பகுதிகளிலும், பாறைக் கோளத்திற்கும் நடு உறைக்கும் இடைப்பட்ட நிலைமாற்றப் பகுதிகளிலும் ஏற்படுகிற பக்கவாட்டு மாற்றங்களே காரணம். இவை வேதியியல் வேறுபாடுகளினாலோ, வெப்ப ஏற்ற இறக்கங்களினாலோ ஏற்படலாம். அல்லது நடு உறையில் ஏற்படும் வெப்பச் சலன நிகழ்வுகளின் நேரடி விளைவுகளாலும், இருக்கலாம். கடல் மட்ட ஏற்றத்தின் (tide) கவர்ச்சி, புவியின் நிலப்பரப்பின் மேல் ஏற்படும் சுமையேற்றம் ஆகியவையும் அவற்றின் காரணமாகப் புவியின் சுழற்சியில் ஏற்படும் கட்டத் (phase) தாமதங்களும், நடு உறையின் பாய்வுத் தன்மைகளைப் பற்றி ஆராய்வதில் இடையூறுகளை ஏற்படுத்துகின்றன.

புவிப்பொருக்கின் அடர்த்தியில் ஏற்படும் வேறுபாடுகள் தல அளவிலான புவியீர்ப்பு மாற்றங்களை உண்டாக்குகின்றன. அடர்த்தி மிக்க கனிமப் படிவங்களைக் கண்டுபிடிக்க இவை உதவுகின்றன. 100 -1000 கி.மீ. தொலைவுக்குப் பரவியிருக்கக்கூடிய இடம் சார்ந்த புவியீர்ப்பு முரண்பாடுகள் நில அமைப்பியலுடன் முறையான தொடர்புள்ளவையாக இல்லை. ஏனெனில் மேல் பரப்பு அமைப்புகளும் அடர்த்தி மாற்றங்களும் ஏற்படுத்துகிற விளைவுகள் ஒன்றையொன்று ஈடு செய்து கொண்டு விடுவதைப்போலத் தோன்றுகிறது.

புவியின் காந்தப்புலம், அதன் தோற்றம், வரலாறு மற்றும் இயற்கையில் காணக் கிடைக்கும் காந்தக் கனிமங்களின் செயல்பாடு ஆகியவை புவிக் காந்தவியலில் பயிலப்படுகின்றன. புவியின் உள்ளகத்தின் மேற்பகுதிகள் பாய்ம நிலையில் மின் கடத்தும் தன்மையுடன் உள்ளன. அவற்றில் தோன்றும் மின்னோட்டங்களின் காரணமாகப் புவியின் காந்தப்புல வலிவில் நெடுங்கால மாற்றங்களும் முனைத்திசை மீளலும் நிகழ்கின்றன. காந்தப் புல வலிவில் 100-1000 ஆண்டுகள் நீடிக்கும், ஓரளவு காலாந்தரத்தன்மை கொண்ட ஏற்ற இறக்கங்களும் ஏற்படுவனவாகத் தெரிகிறது. தெரிந்த வயதுள்ள பாறைகளில் காணப்படும் காந்தத் தன்மையின் செறிவையும் திசையையும் அளவிடுவதன் மூலம், காந்தப் புலத்தின் கடந்த கால வரலாற்றை ஆராய முடிகிறது. இந்த ஆராய்ச்சிகளின் விளைவாகக் கிடைத்திருக்கிற முடிவுகள் கண்டத் தகட்டியல், கண்டத் திட்டுகளின் இடப்பெயர்ச்சி பற்றிய கொள்கைகளுக்கு ஆதரவான அடிப்படைச் சான்றுகளை அளித்திருக்கின்றன.

காந்தப் புயல்களினால் புவியின் காந்தப் புலத்தில் ஏற்படும் ஏற்ற இறக்கங்கள் கணிக்கப்படுவது, காற்று ஏற்றத்தினால் தூண்டப்பட்ட காந்தவியல் வேறுபாடுகளில் காணப்படும் காலம் மற்றும் இடம் சார்ந்த மாற்றங்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து புவியின் மின் கடத்துந்திறன் ஆழத்தின் சார் பெண்ணாக அளவிடப்படுகிறது. இயற்கையாகவோ செயற்கையாகவோ தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டங்களினால் உண்டாக்கப்படுகிற காந்தப்புலம், மின்புலம் ஆகியவற்றின் ஏற்ற இறக்கங்களுக்கிடையிலான இடைவினைகளின் மூலம் காந்த மின் முறைகள் புவிப் பொருக்கின் மின் கடத்துந்திறன்களை அளக்கின்றன. இது புவிப் பொருக்கின் மேல் பகுதிகளின் மின் கடத்தல் கட்டமைப்பை அறிந்துகொள்ள உதவுகிறது. புவியின் கனிம வளத்தை அளவிடவும், புவிப்பொருக்கின் கீழ்ப்பகுதி, நடு உறையின் மேல் பகுதி ஆகியவற்றின் இயல்புகளைக் கண்டறியவும் இம்முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. வெவ்வேறு வகையான நோக்கங்களுக்கு வெவ்வேறு அதிர்வெண்கள் கொண்ட மின்னோட்டங்கள் பயன்படுத்தப்படும்.

தரைப் பரப்புக்கு அருகிலுள்ள பகுதிகளில் நிகழும் வெப்பக் கடத்தல், வெப்ப விரவல், கதிரியக்க விளைவுகள் ஆகியவற்றை அளவிடுவதன் மூலமும் அவற்றைப்

புவியின் ஆழத்திற்கு விரிவுபடுத்துவதன் மூலமும் புவியின் வெப்பவியல் பண்புகள் கண்டுபிடிக்கப்படுகின்றன. இதற்குப் புவியின் ஆழத்தில் உயர் அழுத்தம் காரணமாகப் பாறைகள் உருகும் இடங்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவுகளும், புவியின் நடு உறையில் நிலை மாற்றங்கள் ஏற்பட்ட இடங்களின் நிலைகளும் உதவுகின்றன. சூரியனிலிருந்து வரும் வெப்பம் புவிக் கோளத்தின் உட்பகுதியில் பெரும் பாதிப்பு எதையும் ஏற்படுத்திவிடுவதில்லை. நிலநடுக்கங்களால் வெளியேற்றப்படும் ஆற்றலும் கடல் ஏற்ற இறக்கங்களால் தோன்றும் ஆற்றலும் மிகச் சிறிய அளவில் உள்ளவையே. அவற்றை விட அதிக அளவு வெப்பத்தைப் புவி தொடர்ந்து இழந்து கொண்டே இருக்கிறது. நீண்ட அரை வாழ்நாள் கொண்ட கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் புவியின் உட்பகுதியிலிருந்து கொண்டு சிதையும்போது வெளிப்படும் வெப்பமே புவியின் வெப்பத்தின் பெரும் பகுதியாகத் தற்போது கருதப்படுகிறது. நிறையீர்ப்பு ஆற்றல் விடுவிக்கப்படுவதும் குறுகிய அரைவாழ்நாள் கொண்ட கதிரியக்கத் தனிமங்களும் ஓரளவு வெப்ப ஆற்றலை உண்டாக்குவனவாக நம்பப்படுகிறது. ஆனால் இது உறுதி செய்யப்படவில்லை. 100கி.மீட்டருக்கும் மேற்பட்ட ஆழங்களில் வெப்ப நிலைப்பரவீடு, வெப்பத் தோற்றுவாய்களின் பரவீடு, வெப்பப்பரவலின் செயல்முறைகள் ஆகியவற்றைப் பற்றி உறுதியாகத் தெரியவில்லை.

உயர்ந்த அழுத்தங்களில் நடு உறையிலுள்ள இரும்பு கலந்த சிலிகேட்டுகள் வெப்பம் கடத்தாதவையாக ஆகிவிடுவதால், அங்குள்ள நடு உறை முழுவதிலும் அணிக்கோவை வெப்பக் கடத்தல் செயல்முறைகள் மேம்பட்டுள்ளன எனக் கூறப்படுகிறது. நடு உறையின் மேல்பகுதிகளிலும் உள்ளகத்தின் வெளிப்பகுதிகளிலும் வெப்பச் சலனம் நிகழக்கூடிய வாய்ப்பு இருக்கிறது. நடு உறையின் கீழ்ப் பகுதிகளில் இன்று நடைபெறக்கூடிய வெப்பச் சலனத்தின் அளவைப் பற்றிச் சரியாகத் தெரியவில்லை. ஆனால் புவியின் தொடக்க வரலாற்றுக் காலங்களில் வெப்பச் சலன நிகழ்வுகள் இப்போதைய நிலைமையைவிடத் தீவிரமாக நடைபெற்றிருக்கலாம் என்று ஊகிக்க முடிகிறது. கண்டப் பகுதியிலுள்ள பாறைகளில் கதிரியக்கத் தனிமங்களின் செறிவு குறிப்பிடத் தகுந்த வகையில் மிகுந்திருக்கும்போது, கடல்களிலும் நிலப் பகுதிகளிலும் உள்ள தரைப் பரப்பில் வெப்பப்பாய்வின் அளவு ஒரே வகையாக இருப்பது வியப்பான உண்மையாகும். நிலப் பகுதிகளில் இருப்பதைவிடக் கடலடித் தரைகளில் நடு உறையிருக்கும் ஆழம் குறைவாய் இருக்கலாம். எனவே நடு உறை வெப்பச் சலனங்கள் நிகழும் பகுதிகள் நிலப்பரப்புகளைவிடக் கடலடித் தரைப் பரப்புகளுக்கு நெருக்கமாக இருக்கக்கூடும். எரிமலை நிகழ்வுகள், புவி வெப்பச் செயல்கள் ஆகியவை நடைபெறுகிற பகுதிகளில் வெப்பப் பாய்வின் அளவு மிகுதியாக உள்ளமை கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. எதிர்வரும் காலங்களில் புவி வெப்பம் ஒரு முக்கியமான ஆற்றல் தோற்றுவாயாக விளங்கும் வாய்ப்புகள் உள்ளன.

பொருள்கள் ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோரிடத்திற்குப் பாய்வதைப் பற்றியும் அதனால் ஏற்படுகிற உருக்குலைவுகளைப் பற்றியும் பயில்வது பாய்வு இயல் (rheology) எனப்படும். புவியைப் பொறுத்தவரை புவிக்குள் இருக்கிற பலவகையான பொருள்களின் பாகியல் பண்பின் எண் மதிப்புகளையும், காலத்தோடு அவை மாறுகின்ற விதத்தையும் பற்றிய ஆராய்ச்சியாகப் பாய்வு இயல் அமைகிறது. பாறைகளில் விரிசல்கள் ஏற்படுவதற்கான செயல்முறைகள், பாறைகள் மெல்ல மெல்ல இடம் பெயருவதற்கான காரணங்கள், அவற்றின் விளைவுகள், ஆழங்களில் அமைந்துள்ள பாறைப் படலப் பிழைகளில் படலங்கள் நகர்தல், பாறைக்கோளம் நெகிழ் கோளத்தின் மேல் நழுவிச் செல்லல், பாறைக் கோளம் உள்வாங்கிப் புதைதல் ஆகியவற்றைப் பற்றிய ஆய்வுகளையும் பாய்வு இயலின் கீழ் வகைப்படுத்தலாம். புவிக்குள் உள்ள பொருள்களின் பாகியல் தன்மைகளைப் நேரடியாக அளவிடுவது முடியாத செயல். ஆயினும் நிலநடுக்க அலைகள் புவிக்குள் திணிக்கப்படுகிற விதத்தையும் அவற்றின் கட்ட நிலைகளையும் (phase) ஆராய்வதின் மூலம் புவிக்குள் உள்ள பொருள்களின் பாகியல் தன்மைகளைப் பற்றி ஊக மதிப்பீடு செய்யலாம். புவிபரப்பு ஏறி இறங்குவதை அளவிட்டும் பாகியல் தன்மைகள் அறுதியிடப்படுகின்றன. பல இடங்களில் பனிப்பாளங்கள் குவிந்து, அவற்றின் மிகு எடை காரணமாகக் கீழ்நோக்கி வளைந்து போன தரைப் பரப்புகள், பனிப்பாளங்கள் இடம் மாறிப் போனதும் மெல்ல மேலே எழுகின்றன. இவ்வகையான ஏற்ற இறக்கங்களை அளவிட்டு நடு உறையின் மேல் பகுதியின் பாகியல் தன்மை வரையறுக்கப்படுகிறது. நடு உறையின் மேல் பகுதி10^{20} முதல் 10^{22} பாய்ஸ் வரையான பாகியல் எண்ணும், அதன் கீழ்ப் பகுதி 10^{22} முதுல் 10^{26} பாய்ஸ் வரையான பாகியல் எண்ணும் கொண்டுள்ளனவாக மதிப்பிடப்பட்டிருக்கிறது.

உயர் அழுத்தங்களில் கனிமங்களும் பாறைகளும் செயல்படும் விதம், கனிமங்கள் நிறைந்துள்ள பகுதிகளில் உள்ள அலை வேகங்கள், அடர்த்தி போன்றவற்றைப்

பற்றி ஆராய்வது உயர் அழுத்தப் புவி இயற்பியல் ஆகும். புவியின் வெளிப் பொருக்கிலும், நடு உறையின் மேல் பகுதிகளிலும் உள்ள பாறைகளில் காணப்படும் கூட்டமைப்பு, சூரியனிலும் விண்கற்களிலும் உள்ள வெவ்வேறு பொருள்களின் விகித அளவு ஆகியவற்றிலிருந்து புவியின் கூட்டமைப்பு ஊக மதிப்பீடு செய்யப்படுகிறது. அடர்த்தி, படிகக் கட்டமைப்பு, கடத்துந்திறன், உருகுநிலை போன்ற பண்புகள் உயர்ந்த அழுத்தங்களைச் செலுத்தும்போது எவ்வாறு மாற்றம் அடைகின்றன என்பதைப் பற்றிய கொள்கைளை உருவாக்க, வெப்ப இயக்கவியல், மீள்திறன் இயல், திண்ம நிலை இயற்பியல் போன்றவற்றிலிருந்து பெறப்பட்ட முடிவுகள் உதவி செய்கின்றன. அழுத்தம் அதிகரிக்கும்போது புவிப் படலங்களின் வழியாகச் செலுத்தப்படும் கேளா ஒலி அலைகளின் திசைவேகங்களில் ஏற்படும் மாற்றங்களை அளவிடுதல், பொருள்களின் மேல் உயர் அழுத்தங்களைச் செலுத்தி அவற்றின் பண்புகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களை அளவிடுதல், அதிர்ச்சி அலைகளைப் பொருள்களின் ஊடாகச் செலுத்தி அப்போது தோன்றும் உயர் அழுத்த வேறுபாடுகள் அப்பொருள்களின் பண்புகளை எவ்வாறு பாதிக்கின்றன என ஆராய்தல் போன்ற ஆய்வு உத்திகள் பாய்வு இயலுக்காக உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

புவியின் மையத்தில் ஏறத்தாழ 3500 கிலோ பார் அளவுக்கு அழுத்தம் தோன்றுகிறது. இதைவிட அதிகமான அழுத்தங்களை ஆய்வுச் சாலைகளில் உண்டாக்க முடியும். புவியின் மையப் பகுதியில் நிகழும் செயல்முறைகளை முழுமையாகப் புரிந்து கொள்ளப் புவியின் படலங்களின் வழியாகச் செல்லும் அழுத்த அலைகளின் திசைவேகங்கள், சறுக்கு திசைவேகங்கள், மீள் திறன் குணகங்கள், அடர்த்தி, வெப்பச் சரிவு, வெப்ப எண், உருகு வெப்பநிலைகள், பாகியல் எண், மின் கடத்துந்திறன், வெப்பங்கடத்துத் திறன் போன்றவை அழுத்தத்தின் காரணமாக எவ்விதம் மாறுகின்றன என்பதைத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். ஆனால் இவற்றில் பெரும்பாலான நிகழ்வுகளைப் பற்றிய தகவல்கள் கிடைப்பதில்லை. இப்போதைக்கு அழுத்தத்துடன் அடர்த்தி மாறுகிற விதம் கண்டுபிடிக்கப் பட்டிருக்கிறது. அதற்கான நிலைச்சமன்பாடுகள் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பல சமயங்களில் கிடைக்கிற அழுத்தங்களை வைத்துச் செய்யப்பட்ட சோதனைகளிலிருந்து கிடைக்கிற முடிவுகளைக் கொள்கை அடிப்படையிலான நிலைச் சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி உயர் அழுத்தங்களுக்கு விரிவுபடுத்தி ஊக மதிப்பீடுகள் செய்யவேண்டியிருக்கிறது. நிலைச் சமன்பாடுகளை உருவாக்க அணிக்கோவை இயக்கவியல், குவாண்டம் எந்திரவியல், வரம்புள்ள திரிபு ஆய்வுகள் ஆகியவை பயன்படுகின்றன. திசைவேக அடர்த்தி, சராசரி அணு எடை போன்றவற்றுக்கிடையில் ஆய்வுகள் வாயிலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட அனுபவ உறவுகள் மீள்திறன் பண்புகள் இன்னமும் கண்டு பிடிக்கப்படாத பொருள்களின் இயல்புகளைப் பற்றி மதிப்பீடு செய்யவும், புவியின் கூட்டமைப்பு, கட்ட நிலை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் நில நடுக்கத் தகவல்களுக்குப் பொருள் காணவும் பேருதவி செய்திருக்கின்றன.

புவியின் அமைப்பைப் பற்றி ஊகிக்கப்பட்டிருக்கிற மாதிரிகள் அனைத்தும், வெவ்வேறு ஆழங்களில் அடர்த்தியும், அலைத்திசைவேகங்களும் தொடர்ச்சியற்று உள்ளனவாகக் காட்டுகின்றன. இவை வேதியியல் கூட்டமைப்பில் ஏற்பட்ட மாற்றங்களின் காரணமாகத் தோன்றுவனவாய் இருக்கலாம். ஆனால் சில தொடர்ச்சியின்மைகளுக்குப் புவியின் உட்பகுதியில் உண்டாகும் நிலை மாற்றங்களும், அங்குள்ள கனிமங்களின் படிகக் கூட்டமைப்புகள் மாற்றியமைக்கப் படுவதும் காரணமாய் இருக்கலாம் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. பொருள்களில் ஏற்படும் நிலை மாற்றங்கள் எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விலகல் ஆய்வு முறைகள் மூலம் அளவிடப்பட்டிருக்கின்றன. புவியில் உள்ள தொடர்ச்சியின்மைகளை வெள்ளோட்டமாக இனம் காண இந்த ஆய்வுகள் உதவுகின்றன. ஒரு பரந்த அழுத்த நெடுக்கத்தில் புவிக்குள் நிலை மாற்றங்கள் நிகழுகின்றன. ஓரிடத்தில் கூடியுள்ள பல கனிமங்கள் சேர்ந்தாற்போல நிலை மாற்றப்படுவதாலும் இந்த நிலை மாற்றங்களின் நெடுக்கம் விரிவடைகிறது. புவிப் பரப்புக்குக் கீழே 400 -1000 கி.மீ. ஆழம் வரை அமைந்துள்ள நிலைமாற்ற மண்டலத்தில் சுமார் 400 கி.மீ ஆழத்திலும் 650 கி.மீ ஆழத்திலும் இரண்டு பெரிய தொடர்ச்சியின்மைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. முதலாம் பாறைக்கூட்டமைப்புகள் ஆலிவின் (Olivine) நிலையிலிருந்து ஸ்பெனல் நிலைக்கு மாறுகிற இடமாகவும் இரண்டாம் கூட்டமைப்புகள் ஸ்பெனல் நிலையிலிருந்து அடர்த்தி மேம்பட்ட ஸ்பெனலுக்குப் பிந்திய நிலைக்கு மாறுகிற இடமாகவும் இனம் காணப்பட்டிருக்கின்றன. $(Fe, Mg)\ SiO_4$ என்னும் சேர்மங்கள் ஆலிவின் கூட்டமைப்பைக் குறிக்கின்றன. மக்னீசியம், இரும்பு, துத்தநாகம் அல்லது மாங்கனீஸ் ஆகியவற்றின் ஆக்சைடுகள் கொண்ட கனிமங்கள் ஸ்பெனல் என்னும் கூட்டமைப்பு உள்ளவை.

நடு உறையின் மேல்பகுதியிலும் கீழ்ப்பகுதியிலும் இரும்பு, சிலிகான் ஆகியவற்றுக்கிடையில் உள்ள விகிதங்கள் மாறுபட்டிருக்கக்கூடும். உள்ளகத்தையும் நடு உறையையும் பிரிக்கிற எல்லை, வேதியியல் தன்மையில் அமைந்தது. உள்ளகத்தின் வெளிப்பகுதியில் பெருமளவு நீர்ம நிலை இரும்பும், நிக்கலும் உள்ளன. கந்தகம், ஆக்சிஜன் அல்லது சிலிகான் போன்ற ஏதாவது ஒரு நிறை குறைந்த கலவை செய்யும் தனிமம் அதில் ஓரளவு கலந்திருக்கக்கூடும்.

பாறைகளுக்குள் உள்ள கதிரியக்கப் பொருள்களின் சிதைவுச் செயல்முறைகளிலிருந்து பாறைகளின் வயதைத் துல்லியமாக அறிய முடிகிறது. இத்தகைய ஆய்வுகள் ஐசோடோப்புப் புவிக்கால அளவீட்டிலில் (isotopic geochronology) அடங்கும். இது புவி இயற்பியல், புவி வேதியியல், அணுக்கரு இயற்பியல் ஆகியவற்றுக்கு இடையில் ஓர் இணைப்புக் கண்ணியாக அமைகிறது. கதிரியக்கக் கால அளவீட்டு முறைகளில் ஒரு பாறைப் பகுதி உண்டானபோது இருந்திருக்கக்கூடிய சேய் ஐசோடோப்புகளின் அளவுகளைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொண்டு, எஞ்சிய சேய் ஐசோடோப்புகளை உண்டாக்கத் தாய் ஐசோடோப்புக்கு எவ்வளவு காலம் ஆகியிருக்கும் என்பது கணக்கிடப்படுகிறது. இதற்குக் கதிரியக்கத் தனிமங்களின் அரை வாழ்நாள் மதிப்புகள் உதவுகின்றன. தொடக்கத்தில் யுரேனியம், தோரியம் ஆகியவற்றின் சிதைவு வரிசைகள் கால அறுதியிடு முறைகளுக்குப் பரவலாகப் பயன்பட்டு வந்தன. ஆனால் தற்போது ருபீடியம், பொட்டாசியம் ஆகியவை பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எரிமலைப் பாறைகள், உருமாற்றப்பாறைகள் ஆகியவற்றின் உருவாக்க வரலாற்றைக் கண்டுபிடிக்கச் சமேரியம் முறைகள் உதவுகின்றன. முதிராநிலை விண் தாதுக்களிலிருந்து பெறப்பட்ட தகவல்கள் மூலம் புவி ஏறத்தாழ 4.65X109 ஆண்டுகள் வயதுள்ளதாக இருக்கலாம் என ஊகிக்கப் படுகிறது. ஆனால் புவியில் காணப்படுகிற பாறைகளிலேயே அதிக வயதானதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பாறை ஏறக்குறைய $3.4X10^9$ ஆண்டுகளுக்கு முன்புதான் தோன்றியிருக்கிறது.

- கே.என். ராமசந்திரன்

நில இயற்பியல் ஆய்வு முறைகள்

நிலம் தனக்கெனச் சில சிறப்பு இயல்புகளைப் பெற்றுள்ளது. புவியின் ஈர்ப்பு விசை, காந்த விசை, மின் ஆற்றல், நில நடுக்க அலைகள் ஊடுருவிச் செல்லும் ஆற்றல் ஆகிய பண்பினை அடிப்படையாகக் கொண்டு செய்யும் ஆய்வு முறைகள் நில இயல்பியல் ஆய்வு முறைகள் (geophysical methods) எனப்படும்.

புவியின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் பாறைகளையும், அவற்றின் அளவு, அமைப்பு ஆகிய விவரங்களையும் எளிதில் கணக்கிடலாம். ஆனால் தரை மட்டத்திற்குக் கீழே, ஆழத்தில் இருக்கும் பாறைகளைப் பற்றி நேரடியாக அறிவதற்கு இயலாது. இவற்றை நில இயற்பியல் முறைகள் கொண்டு அறிய முடியும். நில இயற்பியல் முறைகள் மருத்துவத் துறையில் கையாளப்படும் எக்ஸ்ரே முறையினைப் போன்றன. நிலப் பொறியியலில் பின்பற்றப்படும் பிற முறைகளை விட நில இயற்பியல் முறைகள் குறைந்த செலவில் குறுகிய காலத்தில் செய்து முடிக்கக் கூடியவை.

நில இயற்பியல் முறைகளில் குறிப்பிடத்தக்க நான்கு வகைகள் உள்ளன. புவி ஈர்ப்பு முறைகள் (gravity methods), நில நடுக்க அலை முறைகள் (seismic methods), மின்சார முறைகள் (electrical methods) இவற்றில் பின் இரண்டு முறைகளே அண்மைக் காலத்தில் மிகுதியாகப் கையாளப்படுகின்றன.

புவிஈர்ப்பு முறைகள். புவி அனைத்துப் பொருள்களையும் தன் மையத்தினை நோக்கி ஈர்க்கிறது. புவியின் இந்த ஈர்ப்பு விசை அனைத்து இடங்களிலும் ஒரே அளவாக இராமல் நில நடுக்கோட்டிலிருந்து துருவங்களை நோக்கிச் செல்லச் செல்ல மாறுபடுகிறது. கடல் மட்டத்திலிருந்து உயரம் அதிகரித்தாலும் இவ்விசை மாறுபடுகிறது. புவி ஈர்ப்பு விசை ஒரு சிறு பரப்பளவில், குறுகிய எல்லைக்குள்ளேயும் மாறுபடுவதைக் காணலாம். இந்தக் குறுகிய பரப்பளவில் காணப்படும் ஈர்ப்பு விசையின் மாறுபாடு அந்த இடத்தில் தரைமட்டத்திற்குக் கீழேயுள்ள வெவ்வேறு அடர்த்தியையுடைய பாறைகள் உள்ளமையால் ஏற்படுகிறது. இந்த இயல்பை அடிப்படையாகக் கொண்டதே புவி ஈர்ப்பு முறை ஆகும். ஈர்ப்பு விசையினை அளந்து அதில் காணும் மாறுபாட்டினைக் கொண்டு அந்த இடத்தில் தரைமட்டத்திற்குக் கீழே வெவ்வேறு பாறைகள் உள்ளமையையும் கனிமங்கள், நிலநீர் பாறைகளில் உள்ள பெயர்ச்சிப் (fault) பரப்பளவில் காணப்படும் மடிப்புகள் போன்ற அமைப்புகளையும் அறிகின்றனர். புவி ஈர்ப்பினை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஊசல் முறை கிராவிமீட்டர் (கருவி) முறை முறுக்கு-தராசு (torsion balance) முறை எனப் பல புவி ஈர்ப்பு முறைகள் உள்ளன.

காந்த முறைகள். புவியை ஒரு மிகப் பெரிய காந்தம் எனலாம். புவிக் காந்த முனைகள், அதன் புவியியல் துருவங்களுக்குச் சற்று விலகி அமைந்துள்ளன. இந்தக் காந்தத் துருவங்களில் ஒரு காந்த ஊசியை வைத்தால், அது தரைக்குச் செங்குத்தாக நிற்கும். காந்தத் துருவங்களுக்கு நடுவே அமைந்துள்ள காந்த நடுக் கோட்டுப் பகுதியில் காந்த ஊசி தரை மட்டத்திற்கு இணையாக இருக்கிறது. இந்த நடுக்கோட்டிற்கும் காந்தத் துருவங்களுக்கும் இடையே உள்ள இடங்களில் காந்த ஊசி கீழ்நோக்கிச் சாய்ந்துள்ளது. ஓரிடத்தில் காந்த ஊசி சாய்ந்து இருக்கும் அளவினை அந்த இடத்தின் காந்தத் தாழ் கோணம் (magnetic dip) என்பர்.

புவியிலுள்ள கனிமங்களும் காந்தத்தினால் ஈர்க்கப்படுகின்றன. இதனால் சிறிய பரப்பளவில் காந்தத் தாழ்கோணம் அவ்விடத்திலுள்ள கனிமங்களைப் பொறுத்தும் வேறுபடுகிறது. இந்த இயல்பின் அடிப்படையிலேயே காந்தத் தன்மையை அளப்பதற்குப் பலவகையான கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவற்றுள் தாழ்கோண ஊசி (dip needle), ஹாட்ச்கிஸ் சூப்பர் டிப் (Hotchkiss super dip) காந்த அளவி முதலியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. புவியின் காந்த இயல்பினை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஆய்வு முறைகள் 1940ஆம் ஆண்டிலிருந்து பயன்பட்டு வருகின்றன.

நில நடுக்க அலை முறை. (seismic method). புவியில் உள்ள பாறைகளின் மீட்சித் தன்மைகள் (elasticity) பெரிதும் மாறுபடக்கூடியவை. நில இயல்பியல் ஆய்வு முறைகளில் ஒன்றான நில நடுக்க அலை முறை மீட்சித் தன்மையின் வேறுபாட்டினை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இந்த ஆய்வு முறையில் செயற்கையாக நில நடுக்க அலைகள் வெடி பொருள்களைப் புவியில் புதைந்து வெடிக்கச் செய்து தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. இந்த அதிர்வு அலைகள் தோற்றுவிக்கப்பட்ட மையத்திலிருந்து அனைத்துத் திசைகளிலும் பாறைகளை ஊடுருவிச் சென்று பரவுகின்றன. இந்த அலைகளின் திசைவேகம் (velocity) அவை ஊடுருவிச் சென்ற பாறைகளின் மீள்தன்மைகளைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. இந்த அலை ஒரு திசையில் செல்லும்போது வேறு வகைப் பாறை அமைந்திருந்தால், அப்பாறையின் மீள் தன்மைக்கு ஏற்ப இந்த அலையின் திசை வேறுபடுகிறது. இந்தத் திசைமாற்றம், விலகல் (refraction) அல்லது எதிரொளிப்பாக (reflection) அமையக்கூடும். பல்வேறு இடங்களில் இருக்கும் பதிவு நிலையங்களில் இந்த விலகலடைந்த அலைகள் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. இதிலிருந்து இந்த அலைகளின் திசைவேகத்தையும் அவை எவ்வளவு ஆழத்தில் விலகல் அடைந்தன என்பதையும் கணக்கிடலாம். இந்த அலைகளின் திசைவேகத்தைக் கணக்கிட்டு அதிலிருந்து அந்த ஆழத்திற்குக் கீழே உள்ள பாறைகளின் தன்மை அறியப்படுகிறது. இந்த நிலநடுக்க அலைமுறை ஆழத்திலிருக்கும் பாறைகளின் வகையையும், தன்மைகளையும் அறிவதற்குப் பெரிதும் பயனாகிறது.

மின் முறைகள் (electrical methods). புவியின் அனைத்துப் பாறைகளும் மின் ஓட்டத்தினைக் குறைவாகவோ, மிகுதியாகவோ தன்மைக்கு ஏற்பத் தடை செய்யும் இயல்பு உடையன. ஒரு பாறையின் மூலமாக மின்சாரம் செலுத்தப்படும்போது, அதில் பாயும் மின்சாரத்தின் அளவு அப்பாறையின் பருமன் (volume), அளவு (size), அதிலுள்ள புழைகள் (pores), அப்புழைகளிலுள்ள நீர் ஆகியனவற்றைப் பொறுத்துள்ளது. பாறைகளில் உலோகக் கனிமங்களினால் மின்சாரம் பாயும் அளவும், மின்தடையும் பெரிதும் மாறுபடுகின்றன.

மின் முறைகளில் பலவகை உள்ளன. அவற்றுள் சம மின் அழுத்த முறை (equipotential method) மின்தடை முறை (resistivity method) என்னும் இரண்டு முறைகளும் பெருமளவில் பயன்படுகின்றன.

சமமின் அழுத்த முறையில் இரண்டு மின் முனைகளைக் கொண்டு புவியில் மின்சாரம் செலுத்தப்படுகிறது. வேறு இரண்டு மின் முனைகளின் உதவியால் சமமின் அழுத்தக் கோடுகள் வரையப்படுகின்றன. மின்சாரம் செலுத்தப் பட்ட பகுதியில் ஒரே தன்மையை உடைய பாறை இருந்தால் அவ்விடத்தின் சமமின் அழுத்தக் கோடுகள் சமச்சீரமைவுடன் அமையும். பாறையின் ஏதேனும் ஒரு பகுதியில் உலோகக் கனிமம் இருக்குமாயின், அவ்விடத்தின் சமமின் அழுத்தக் கோடுகள் நெளிந்து வளைந்து காணப்படும். சமமின் அழுத்த முறை பெரும்பாலும் புதைந்து கிடக்கும் உலோகக் கனிமங்கள், பாறைகளுக்கு இடையே செங்குத்தாக அமைந்திருக்கும் தொடர்புத் தளங்கள் (contacts) முதலியவற்றை அறிவதற்கு மிகுதியும் பயன்படுகிறது.

மின்-தடை முறையிலும் இரண்டு கம்பிகளைத் (electrodes) தரையினுள் நுழைத்து மின்சாரம் புவியினுள் செலுத்தப்படுகிறது. வேறு இரண்டு கம்பிகளைக் (probes) கொண்டு அவ்விடத்தின் மின்னழுத்த வேறுபாட்டினை அறிந்து மின்தடை கணக்கிடப்படுகிறது. இம்முறையில் இந்தக் கம்பிகளுக்கு இடையேயுள்ள

தொலைவினை மிகுதிப்படுத்துவதால், மின்சாரம் செலுத்தப்படும் ஆழம் மிகுதியாகிறது. இவ்வாறு மின் தடையைக் கணக்கிட்டு அவ்விடத்தில் தரைக்குக் கீழேயுள்ள பாறைகள், அவற்றின் அமைப்பு ஆகியவற்றை அறிய முடிகிறது. மேலும் ஓரிடத்தில் நில நீர் இருப்பதைக் கண்டறியவும் கடின நீர் மற்றும் மென் நீர் போன்ற தன்மையினை அறியவும் முடிகிறது. நில இயல்பு முறைகளைக் கையாளும்போது மிகுந்த கவனமும், துல்லியமாகக் கணக்கிடும் திறமையும் தேவை.

- இல. வைத்திலிங்கம்

நில ஈர்ப்பு

துகள்கள் ஒன்றின் மேல் ஒன்று ஒரு கவர்ச்சி அல்லது ஈர்ப்பு விசையைச் செலுத்துகின்றன. நியூட்டன் விதியின்படி இரண்டு துகள்களுக்கு இடையில் உள்ள ஈர்ப்புவிசை அத்துகள்களின் நிறைகளின் பெருக்கு தொகைக்கு நேர்விகிதத்திலும் அவற்றுக்கு இடையிலுள்ள தொலைவின் இருமடிக்கு எதிர் விகிதத்திலும் அமைகிறது. புவி, தன் மேல் உள்ள ஒரு பொருளின் மேல் செலுத்துகிற நிகர விசை நில ஈர்ப்பு அல்லது புவியீர்ப்பு விசை (earth's gravity) எனப்படும். அதை ஓரலகு நிறையின் மேல் செயல்படும் விசையாகவோ தன்னிச்சையாக விழுந்து கொண்டிருக்கிற ஓரலகு நிறையுள்ள ஒரு பொருளின் முடுக்கமாகவோகூட வரையறுக்கலாம். அறிவியல் வல்லுநரான கலிலியோவின் பெயரை நினைவு கூறும் வகையில் புவியீர்ப்பு விசையின் அலகுக்குக் கால் (gal) எனப் பெயரிடப்பட்டிருக்கிறது. ஒரு கால் =0.01 மீ.நொடி^{2}. புவியின் வெவ்வேறு இடங்களில் புவியீர்ப்பு விசையில் காணப்படும் வேறுபாடுகளை அளவிட ஈர்ப்பு அளவி என்னும் கருவி பயன்படுகிறது. பெரும்பாலான ஈர்ப்பு அளவிகளில் தனி ஊசல் அல்லது வில் தராசுத் தத்துவங்கள் இடம்பெறுகின்றன. தன்னிச்சையாகக் கீழே விழுந்து கொண்டிருக்கிற ஒரு பொருளின் முடுக்கத்தைக் கண்டுபிடிப்பதன் மூலம் புவியீர்ப்பு விசையைக் கணக்கிடுகிற கருவிகளும் உள்ளன.

ஓரிடத்தின் புவியீர்ப்பு விசை சூரியன், சந்திரன் ஆகியவற்றின் கவர்ச்சி காரணமாகக் காலாந்தரத் தன்மையில் மாறுகிறது. இந்த மாற்றத்தின் வீச்சு 200 மைக்ரோ கால்களைவிடக் குறைவாயிருக்கும். இந்த ஏற்ற இறக்கத்தின் அளவைச் சூரியன், சந்திரன் ஆகியவற்றின் இயக்கங்களிலிருந்தும், கடல் ஏற்றத்தின் அமைப்புகளிலிருந்தும் முன்னதாகவே அறிவிக்க முடிகிறது. சில இடங்களில் புவியீர்ப்பு காலாந்தரமில்லாத தன்மையிலும் ஏறி இறங்குவதாகக் காணப்பட்டிருக்கிறது. தரை மேலும் கீழுமாக நகருவதும், நிலத்தடி நீரின் அளவில் ஏற்படும் மாற்றங்களும் இதற்குப் பொறுப்பாக இருக்கலாம் என ஊகிக்கப்படுகிறது.

வெவ்வேறு அட்சக் கோடுகளில் புவியீர்ப்பு விசை பெரும்பான்மையாக வேறுபட்டிருக்கிறது. துருவங்களில் அது 983.2 கால்களாகவும் நில நடுக்கோட்டுப் பகுதியில் அது 978 கால்களாகவும் உள்ளது. இதற்குப் புவியின் சுழற்சியும், அதன் சரியான கோளத் தன்மையற்ற வடிவமும் பொறுப்பாகும். கடல் மட்டத்திலிருந்து உயரே செல்லச் செல்ல, புவியீர்ப்பு விசை 0.3086 மில்லி கால்மீட்டர் என்னும் வீதத்தில் குறைகிறது. புவியின் உட்பகுதிகளின் அடர்த்திகள் மாறுபடுவதாலும், மேல் பரப்பு அமைப்பு (topography) காரணமாகவும் வெவ்வேறு இடங்களில் உள்ள புவியீர்ப்பு விசை வேறுபடுவதுண்டு. புவியீர்ப்பு விசை எடையைக் கொடுக்கிறது; உடல் உயரத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது; மணிக்கு 1500 கி.மீட்டருக்கும் மேலான வேகத்துடன் சுழன்று கொண்டிருக்கிற புவியின் மேற்பரப்பிலிருந்து தூக்கியெறியப்பட்டுவிடாமல் பொருள்களைப் பிடித்து வைத்துக் கொள்கிறது. உயிரிகள் வாழ்வதற்கு இன்றியமையாத வளி மண்டலத்தைத் தக்க வைத்துள்ளது. மேகங்களிலிருந்து மழையைப் பொழிவிக்கிறது. மலைகளில் உருவாகும் சிற்றாறுகளைக் கடலில் கொண்டு போய்ச் சேர்ப்பிக்கிறது. இவ்வாறு புவியில் வாழ்வை நிலைப்படுத்தும் செயல்களை உருவாக்குகிறது. அதே சமயத்தில் தவறி விழுகிற பொருள்களைச் சேதப்படுத்துகிறது. அவை உயிரினங்களாயின் அவற்றுக்குக் காயங்களையும் சில சமயங்களில் இறப்பையும் உண்டாக்குகிற வலிமை குறைந்த கட்டடங்களையும் பழுதுபட்ட விமானங்களையும் தரையில் வீழ்த்தி நொறுக்குகிறது. இந்த விந்தையான விசை மிக மிக வலிமை குறைவானது. உலகின் முழு ஈர்ப்பு ஆற்றலுமே ஒரு குதிரைத் திறனில் பத்து லட்சத்தில் ஒரு பங்கே இருக்கிறது. சாதாரணமாகக் கையாளுகிற ஒரு சிறிய காந்தக் கட்டைகூட அதை விடப் பல்லாயிரம் மடங்கு அதிக வலிமையுள்ளது. ஆனால் புவியீர்ப்பு விசையின் செயல்படு நெடுக்கம் எல்லையற்றது.

மின்னாற்றல், அணுக்கரு ஆற்றல், ஒளி ஆற்றல், வெப்ப ஆற்றல் போன்றவற்றைத் தோற்றுவிக்கவும் கட்டுப்படுத்தவும் தடுக்கவும் முடியும். ஆனால் புவியீர்ப்பு ஆற்றலை எதுவும் செய்ய முடியாது. இது பொருள்களின்

வழியாகத் தடங்கலின்றி ஊடகத்தின் தன்மையால் பாதிக்கப்படாமல் ஊடுருவிப் பரவுகிறது. 350ஆண்டுகளுக்கு முன்னர், கலிலியோ நிறை மிக்க பொருள்களும் நிறை குறைந்த பொருள்களும் ஒரே வகையான புவியீர்ப்பு விசையினால் இழுக்கப்படுகின்றன என்று மெய்ப்பித்துக் காட்டினார். பின்னர் நியூட்டன் ஒரு வெற்றிடமாக்கப்பட்ட குழலினுள் ஓர் இறகையும், நாணயத்தையும் போட்டு அவை ஒரே நேரத்தில் குழலின் கீழ் முனையை அடைகின்றன என நிகழ்த்திக் காட்டிக் கலிலியோவின் கருத்துக்கு வலிவூட்டினார். இவ்வாறு தரையை நோக்கி விழும் பொருள்களின் முடுக்கம் அவை கிடைத்திசையில் பெற்றிருக்கக்கூடிய திசைவேகத்தினாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. தரைக்கு இணையான கிடைத் திசையில் ஒரு துப்பாக்கியைப் பிடித்துக் கொண்டு சுட்டால் அதிலிருந்து வெளிப்படும் குண்டு தரையை அடைய ஆகும் நேரமும் துப்பாக்கி உள்ள உயரத்திலிருந்து தானாகவே விழுகிற ஒரு பொருள் தரையை அடைய ஆகிற நேரமும் சமமாயிருக்கும்.

சாதாரணமான நெம்புகோல், கம்பி ஆகியவற்றிலிருந்து மிகப் பெரிய நவீன எந்திரக் கருவிகள் வரை அவற்றின் இயக்கங்கள் பெரும்பாலும் புவியீர்ப்பு விசையையே சார்ந்திருக்கின்றன. விலங்குகளின் உடல் அமைப்பு கூடப் புவியீர்ப்பு விசைக்கு ஏற்ற தகவமைப்புப் பெற்றுள்ளது. உடல், உறுப்புகள் ஆகியவற்றின் எடை, வடிவம், உயரம், கட்டமைப்பு ஆகியவை புவியீர்ப்பு விசையாலேயே வரையறுக்கப்படுகின்றன. முதுகெலும்பு, புயங்கள், கால்கள் ஆகியவை புவியீர்ப்பு விசையைச் சமாளிப்பதற்கான வகையிலேயே உருவாகியிருக்கின்றன. விலங்குகள் உடல் நிறை உயர உயர அந்த நிறையைத் தாங்கும் வகையில் எலும்புகளின் தடிமனும் மிகுதியாகிறது. எலியின் எலும்புகளைவிட யானையின் எலும்புகள் அதிகத் தடிமனாயிருப்பதைக் காணலாம்.

புவியீர்ப்பு அளவாய்வு. புவியின் மேற்பரப்பில் வெவ்வேறு இடங்களில் புவியீர்ப்பு விசையின் அளவைக் கண்டுபிடிப்பது ஈர்ப்பு அளவாய்வு எனப்படும். இதற்கு இரண்டு வகையான நோக்கங்கள் உள்ளன. முதலாவதும் முக்கியமானதுமான நோக்கம் புவியின் பல இடங்களில் கடல் மட்டத்தில் செயல்படும் புவியீர்ப்பு விசையின் எண் மதிப்பையும் திசையையும் கண்டுபிடிப்பதாகும். அடுத்த நோக்கம், புவியின் பல்வேறு இடங்களில் புவியீர்ப்பு விசையில் காணப்படும் வேறுபாடுகளிலிருந்து புவிக்குள் உள்ள பகுதியின் அடர்த்திப் பரவீட்டையும், கட்டுமானத்தையும், உள் சூழ்நிலைகளையும் பற்றித் தகவல் சேகரிப்பது. இத்தகவல்கள் புவியில் தரைக்கு அடியில் புதைந்துள்ள கனிம வளங்களைப் பற்றி ஊகித்தறிவதற்கும் உதவுகின்றன. கனிம வளத்தேட்டத்தில் புவியீர்ப்பு முறைகள் பெரும் பங்கு ஆற்றுகின்றன. புவியீர்ப்பு அளவாய்வில் புவியீர்ப்புச் சரிவு **(gravity gradient)**, கிடைத்திசைப்படு நாட்டம் **(horizontal directive tendency)** என்னும் இரண்டு அளவுகள் இன்றியமையாதவை. புவியீர்ப்புச் சரிவு என்பது ஒரு புள்ளிக்கு அருகில் கிடைத்திசையில் புவியீர்ப்பு பெருமச் சரிவு ஆகும். அதாவது புவியீர்ப்பு முடுக்கம் பெரும அளவில் வேறுபடுகிற கிடைத்திசையில் அலகு தொலைவில் புவியீர்ப்பு விசையில் ஏற்படும் மாற்றம் புவியீர்ப்புச் சரிவு எனப்படுகிறது.

கிடைத்திசைப்படு நாட்டம் என்பது $g\ (1/r_1 - 1/r_2)$ என்னும் கோவையால் அளக்கப்படுகிறது. இதில் g என்பது ஓரிடத்தில் செங்குத்தாய்ச் செயல்படும் புவியீர்ப்பு விசையின் எண் மதிப்பு. r_1, r_2 ஆகியவை அந்த இடத்தில் சமயீர்ப்பு அழுத்தப்பரப்பின் பெரும மற்றும் சிறும வளைவு ஆரங்கள் ஆகும். ஓரிடத்தில் சமதளப்பரப்பு சிறுமமான கீழ் நோக்கிய வளைவைப் பெற்றிருக்கிற திசையைக் கிடைத்திசைப்படு நாட்டத்தின் திசையாகக் கொள்வது மரபு.

புவியீர்ப்புச் சரிவும் கிடைத் திசைப்படு நாட்டமும் ஆட்வோஸ் அலகுகளில் **(Eotvos units)** அளக்கப்படுகின்றன. 1 ஆட்வோஸ் அலகு என்பது 10^{-9} நொடி^{2}க்குச் சமம்.

நில அளவாய்வு வரைபடங்களில் புவியீர்ப்புச் சரிவுகள் விகித நீளமுள்ள கோடுகளால் திசைகாட்டும் அம்புக்குறியுடன் குறிப்பிடப்படுகின்றன. கிடைத் திசைப்படு நாட்டம் விகித நீளமுள்ள ஒரு வெறும் கோட்டினால் குறிக்கப்படும். அதற்கு அம்புக்குறி இடப்படமாட்டாது. மேலும் புவியீர்ப்பு அளவாய்வு வரை படங்களில் சமமான மதிப்புள்ள புள்ளிகள் வளை கோடுகளால் இணைக்கப்படுகின்றன. இக்கோடுகள் சம புவியீர்ப்பு கோடுகள் **(isogams)** எனப்படும். புவியீர்ப்புச் சரிவு அனைத்து இடங்களிலும் சம புவியீர்ப்புக் கோடுகளுக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும். இந்தச் சம புவியீர்ப்புக் கோடுகளின் வெளி வடிவம் ஏறக்குறையத் தரைக்கு அடியில் அமைந்துள்ள படிவுகளின் வடிவத்தை அப்படியே பிரதிபலிப்பது ஒரு வியப்பூட்டும் நிகழ்வாகும். எடுத்துக்காட்டாகத் தரைக்கு அடியில் சீரான வகையில் ஒற்றைத் தளச் சரிவுள்ள பாறைப் பகுதிகள் அமைந்திருந்தால், சம புவியீர்ப்புக் கோடுகள் அனைத்தும் ஒன்றுக்கொன்று இணையாகவும் சமமான இடைவெளிகள் விட்டும் அமைந்திருக்கும். இதற்கு

மாறாகத் தரையடிப் படிவங்கள் ஒரு கவிகை (dome) வடிவில் இருந்தால் சம புவியீர்ப்புக் கோடுகள் ஒரு கவிகையின் தளவேறுபாடுகளைக் காட்டுகிற வகையில் அமைகின்றன.

- கே.என். ராமசந்திரன்

துணை நூல். D.S. Mathur, *Properties of matter,* Shyamlal Charitable Trust, New Delhi, 1972.

நில ஒருங்கமைப்பு

சாகுபடி செய்யப்படும் நிலம் மேடு பள்ளங்கள் அற்ற வகையில் இருத்தல் வேண்டும். இவ்வகை நிலம் அமைத்திட மேட்டுப் பகுதியை அகழ்ந்தும் பள்ளத்தை மண் இட்டு நிரப்பியும் சீரமைக்க வேண்டும். இங்குள்ள மண்வகை, நில மேற்பரப்பியல், தட்பவெப்பவியல், சாகுபடி செய்யவிருக்கும் பயிர், பாசனமுறை முதலியவற்றைப் பொறுத்து மண் அகழ்தலும் நிரப்புவதும் மாறுபடும். மண் இட்டு நிரப்பிய பகுதியிலும், மேல்மண் அகன்று அடிமண் வெளிப்பட்ட பகுதியிலும் பயிர் விளைவு மிகவும் குறைந்திடும். எனவே பாசனம் செய்யும் நிலத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட வடிவமைப்பு வாட்டம் (design slope) இன்றியமையாதது. இவ்வகையில் இது வடிகால் அமைப்பதிலும் கூர்ந்து கவனிக்கப்பட வேண்டியதாகும். ஏனெனில் வடிகால் அமைப்பதில் நீர் பாயும் விரைவினை மண் அரிமானம் ஏற்படாத வகையில் மாற்றிக்கொள்ளும் வாய்ப்புள்ளது. ஆகவே, வாட்டத்தின் அளவும் (degree of slope) அதன் நீளமும் நில மேற்பரப்பியலைப் (topography) பெரிதும் சார்ந்துள்ளன.

ஈர மிகுதி அல்லது குறைவினால் எளிதில் பாதிக்கப்படும் பயிர் நிலத்தினை மிகவும் துல்லியமாகச் சமப்படுத்த வேண்டும். நெடு ஓட்டப் பாசன நிலத்திற்கு (flood irrigation) நிலவாட்டத்தை இருதிசைகளிலும் ஆராய்ந்து குறைக்க வேண்டும்; ஆனால் சால்பாசனத்திற்கு (furrow irrigation) நீரோட்ட நீளமும் சாலின் அளவும் மிக நுட்பமாகக் கவனிக்கப்பட வேண்டும். மித ஈரம் மற்றும் ஈரமிக்க தட்பவெப்பநிலைகளில் பாசனத்திற்கும் வடிகாலுக்கும் ஒத்தவாறு நிலம் அமைதல் வேண்டும். பாசனத்தினை மட்டும் கருதும்போது கால்வாயின் மேற்பகுதியில் நீரோட்டத்தின் பெரும்பகுதி செல்கிறது; வடிகாலைக் கருதும்போது மழைநீர் நிலத்தின் சரிவு முழுதும் பாய்ந்தபின் கீழ்ப்பகுதியில் செல்கிறது. இவ்விரண்டையும் கருத்தில் கொண்டு கால்வாய்களை வடிவமைத்திட வேண்டும்.

நில மட்டத்தினை அளக்கும் கருவியினால் மட்டம் (level) அளவிடப்படுகிறது. நிலப்பரப்பை 15மீ. இடைவெளியில் நெடுக்கிலும் குறுக்கிலும் பகிர்ந்து இவ்விரு கோடுகளும் சந்திக்கும் இடத்தின் (square grid) கிடை மட்டம் குறிக்கப்படுகிறது. இரு சந்திகளுக்கும் இடையே உள்ள மேடு அல்லது பள்ளமான பகுதிகளின் உயரமும் நிலத்தில் பாயும் நீர்ப்பரப்பின் மட்டமும் அளக்கப்படுகின்றன. இப்பகுதியின் அகழ்தல், நிறைத்தல், மேவுதல் (fill) இவற்றின் ஈவுகளின் மூலம் அகழ்தல், நிறைத்தல் ஆகியவற்றின் பரிமாணம் கணிக்கப்படுகிறது.

சீர் முறை. இதில் விளை நிலத்தைச் சீரான சமபகுதியாக்கிட முயற்சி மேற்கொள்ளப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட செங்குத்துக் கோடுகளில் (perpendicular reference lines) மைய நிலை குறிக்கப்படுகிறது. குறுக்கும் நெடுக்குமாகச் சீரான இடைவெளியில் கோடுகள் வரைந்து அவை சந்திக்கும் புள்ளிகள் சம சதுரத்தில் அமைகின்றன. இவற்றின் பரப்பும் (15X15மீ.) சமமாக, ஒரே சீராக இருக்கிறது. இம்மைய நிலையின் ஊடே செல்லும் கோடு ஒரே கனபரிமாணமுள்ள அகழ்வும் நிறைவும் கொண்டதாக இருக்கும். சமகோட்டிற்கான பொதுச் சமன்பாடு வருமாறு:

ம: ஆ.ம + வா X + வா Y

இதில் ம : புள்ளியில் உள்ள மட்டம்

ஆ.ம : ஆதியில் இருந்த மட்டம்

வா x, வா y : திசைகளின் வாட்டம்

இங்குள்ள உயர்கிடையிலும் (Y), படுகிடையிலும் (X) உள்ள எந்தப் பகுதியின் வாட்டத்தினையும் குறைந்த புள்ளியியல் சமசதுரங்களின்(statistical least squares) முறைப்படிக் கணக்கிடலாம். இம்முறையில் பாசனத்திற்கு மிகவும் ஏற்ற வாட்டம் அமையும் எனக் கூறவியலாது. இரு ஒரே சமச் சமன்பாடுகளின் மூலம் வாட்டங்களைக் கணிக்கலாம்.

கண்ட முறை. கண்ட முறையில் (profile method) நிலப்பகுதியின் கண்டங்கள் குறிக்கப்பட்டு ஒரு குறிப்பிட்ட கரவு அமைக்கப்படுகிறது. இக்கரவு, மண் அகழ்வதையும் நிறைப்பதையும் தோராயமாகச் சீரமைப்பதாகவும் அதே சமயத்தில் மண்ணைச் சுமந்து செல்லும் தொலைவு குறைவாக இருக்குமாறும் அமையும். அகழ்தலும், நிறைத்தலும் கூட்டிக் கழிக்கும் முறையில் கணக்கிடப்பட்டு அசலான மற்றும் வடிவமைப்புக் கண்டங்களில் (design profiles) இருந்து வரைபடம் மூலம் தீர்மானிக்கப்படுகின்றன. தேவையானபோது

கண்டங்கள் மெய்க் கோடுகளுக்கு (original lines) நேர் எதிராக வரையப்படுகின்றன. இந்தக் கரவுக் கோடுகளைக் குறுக்கு வாட்ட (cross slope) அடிவாட்ட (down grade) அடிப்படையினைக் சந்திக்குமாறு சரிக்கட்டலாம்.

வரைபட ஆய்வுமுறை. இது சந்திப் புள்ளியின் உயரங்களைப் படத்தில் குறித்து நில மேற்பரப்பியலினைக் கூர்ந்து கவனித்து வடிவமைப்புக் கரவு உயரங்களை ஆய்வு செய்து முடிவாக அளவுகளைக் கருத்தில் கொண்டு மேலோட்டமாகக் காணும் முறையாகும். தேவையான அகழ்வு நிறைவு விகித மற்றும் மண் பணியின் கனபரிமாணங்களை அகழ்தல் நிறைத்தல் அளவுகளின் ஒட்டுமொத்தத்தின் (summation) மூலம் கணக்கிடலாம். இம்முறையில் அகழ்வு நிறைவு மற்றும் மண்சுமக்கும் தொலைவு குறைவாக இல்லையாயினும் இது மற்ற முறைகளைவிட விரைவானது.

சமதளச் சீராக்கு முறை. இம்முறையில் பணியாற்ற வேண்டிய நிலப்பரப்பின் சமதள வரைபடத்திலேயே (contour map) கருதப்பட்ட நில அமைப்புப் பரப்பின் புதிய சமதளக் கோடுகள் வரையப்படுகின்றன. புதிய சமதளங்களை ஒழுங்கான இடைவெளியில் உள்ளவாறு அமைத்து வாட்டத்தினைச் சீராகக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

வரைபட ஆய்வு முறையைப் போலவே இது பெரும்பாலும் நேர்சீரான முறையே ஆகும். மண் அகழ்வு, நிறைத்தல் இவற்றின் சமநிலையைச் சந்திப்புள்ளிகளில் முன்னரே உள்ள உயரத்திற்கும் கருதப்பட்ட புதிய பரப்பின் உயரத்திற்கும் இடையே உள்ள வேறுபாட்டைக் கொண்டு சமதளக்கோடுகளுக்கு இடையே செருகி (Interpolation) மண்பணியின் அளவைக் கணக்கிடலாம்.

நிலம் சமப்படுத்தும் பணியில் மண் அகழ்வு நிறைத்தல் விகிதம் எப்போதும் ஒன்றுக்கும் மிகுதியாகவே இருக்க வேண்டும். மண் அகழும் கருவிகளின் பளுவினால் அகழ் பகுதியில் மண் அமுக்கப்படுவதால் மண்ணின் கனபரிமாணம் குறைவதும், மண் நிறைக்கும் பகுதியில் அதன் கனபரிமாணம் மிகுவதுமே இதற்கு முக்கிய காரணம். நிலத்தைச் சமப்படுத்தும்போது எந்திரத்தைச் செலுத்துபவர் நிலத்தில் பதிந்துள்ள இரு மூலைகளின் இடைவெளியை நோக்குங்கால் நிகழும் தோற்றத் தணிவால் (dip) நிறைக்கும் பகுதியில் சற்று உயரம் மிகுந்த பகுதி உண்டாகலாம். அகழ்தல், நிறைத்தல் விகிதம் பல வகையில் இருக்கும் என்று அறியப்பட்டுள்ளது.

சீர் முறையில் அகழ்தல் நிறைத்தல் அளவு கணக்கிடுகையில் இதனை முழுதுக்கும் அமர்வுத் திருத்தம் (settlement correction) செய்வது எளிது. நிலம் சமம் செய்தபின் நிலப்பரப்பில் மண் அமர்வதன் அளவு அதாவது நிலப்பரப்பின் உயரம் குறைவது இறுக்கமான மண்ணில் 0.01 - 0.03 அடியும்; தளர்வான மண்ணில் 0.05-0.15 அடியும் இருக்கும். நிலப்பரப்பின் உயரத்தில் நிகழும் சிறிய மாறுதலும் அகழ்வு நிறைவு விகிதத்தைப் பெரிதும் பாதிக்கும். நிலம் சமப்படுத்தும் பணிக்கு ஆகும் செலவு மண் அகழும் பயன் அளவைப் பொறுத்தது.

களப்பணி. நிலத்தைச் சமப்படுத்தி ஒருங்கமைப்பதற்கு வேண்டிய அளவு மேற்கொள்ளும் முன்பு, அங்கு அடர்ந்து வளர்ந்துள்ள செடி கொடி போன்ற தடைகள் இருப்பின் அவற்றை அகற்றிட வேண்டும். நிலப்பரப்பிலுள்ள மண் இறுதி ஒரே சீரான பரப்புடையதாக இருக்க வேண்டும். பெரும் நிலம் செதுக்கி நிரவிகள் கொண்டு மண்ணை அகழ்ந்து தாழ் பகுதியில் செலுத்திப் பயன் பெறலாம். சந்திப்புகளுக்கு இடையிலேயே மண் அகழ்வதும், நிறைப்பதும் நடைபெறுதல் வேண்டும். நிலப்பரப்பின் கரவு சரிபார்த்தபின், திட்டு (island) உயர் பகுதி (ridge) ஆகியன அகற்றப்பட்டு நிலப்பரப்பு சீராக்கப்படும். சமப்படுத்தும் எந்திரம் சமமாக்க வேண்டிய பகுதியில் குறுக்கும் நெடுக்குமாகப் பலமுறை செல்ல வேண்டும்.

- கே.ஆர்.திருவேங்கடசாமி

நிலக்கட்டமைப்பியல்

இது நிலவியலின் ஒரு பிரிவாகும். பாறைப் பிறழ்ச்சியின் (geo tectronics) ஒரு பிரிவாக, புவி மேலோட்டிலுள்ள பாறைகளின் பிறப்பிடங்களையும் அதன் தோற்றத்தையும் பற்றி விவரிப்பதே நிலக் கட்டமைப்பு இயல் (structural geology) என்பதாகும். அதாவது புவியின் மேலோட்டில் பாறைகளினால் ஏற்படும் வெவ்வேறு நிலக் கட்டமைப்பு, உருவங்களை விவரிக்கிறது. சான்றாகப் படிவுப்பாறைகள் பொதுவாகப் படுகைகளாகக் காணப்படுகின்றன. அதாவது அதன் பரப்பு மிகுதியாகவும் குறிப்பிட்ட அளவு தடிமனிலும் காணப்படும். படுகைகள் கிடைமட்டமாகவோ, பதிந்தோ, வளைந்து குவிந்தோ, குழிந்தோ உள்ள மடிப்புகளாகக் காணப்படும். அனற்பாறை உள் நுழைவுகள் (igneous intrum) புவியின் மேலோட்டில் கூரை வடிவம், உருளை வடிவம் போன்ற வெவ்வேறு வடிவங்களாகக் காணப்படுகின்றன. புவியின் மேலோட்டில் வெவ்வேறு

பாறைகளால் ஏற்படும் உருவங்கள் அல்லது வடிவங்கள் நிலக்கட்டமைப்பு வடிவங்கள் எனப்படும். இதனைச் சிலபோது நிலக் கட்டமைப்புகள் என்றும் குறிப்பர். மடிப்புகள் நிறைந்த ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியை மடிப்பு நிலக் கட்டமைப்பு (folded structure) என்றே குறிப்பிடலாம்.

புவியின் மேலோட்டில் காணப்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலக் கட்டமைப்பு இயற்கை நகர்வுகள், ஒரு குறிப்பிட்ட நிலக் கட்டமைப்பு உருவம் தோன்றக் காரணமாக உள்ளன. இவ்வுருவங்கள் தோன்றக் காரணமான விசைகளைப் (forces) பற்றி நிலக் கட்டமைப்பியலில் ஆராயலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட படுகைகளில் உள்ள மடிப்புகளை ஆராயும்போது எத்தகு விசைகளால் அப்படுகைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட வகை மடிப்புகளாக மாறுகின்றன என்ற விவரங்களைப் பெற முடிகிறது. வரலாற்று அடிப்படையில் நிலக்கட்டமைப்பு வடிவங்கள் பற்றி ஆராயப்படுகின்றன. அதாவது வெவ்வேறு நிலவியல் காலங்களில் தோன்றிய வெவ்வேறு நில அடுக்குகளில் காணப்படும் நிலக்கட்டமைப்பு வடிவங்கள் ஆராயப்படுகின்றன.

நிலக் கட்டமைப்பு வடிவங்களின் ஆய்வுகள், அவற்றின் மரபியல் (genetic) சிக்கல்களையும், இயக்கவியல் (dynamic) சிக்கல்களையும் தெளிவாகக் காட்டுகின்றன. அதாவது எத்தகு விசைகள் (forces) கொடுக்கப்பட்ட நிலக் கட்டமைப்பு வடிவத்திற்குக் காரணமாக அமைந்துள்ளன என்பதையும், அவை எந்தத் திசையில் (directions) செயல்பட்டுள்ளன என்பதையும், அவற்றின் தோற்றப் பிறப்பிடத்தையும் (origin) விவரிக்கின்றன.

வெவ்வேறு விதமான நிலைகளில் ஒரே விசைகள் வெவ்வேறு நிலக் கட்டமைப்பு வடிவங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. ஆகவே நிலக்கட்டமைப்பு வடிவங்களின் மரபு வழிகளைப் பற்றி ஆய்வு செய்தால், விசைகளுக்கும் அவ்விசைகளால் தாக்கமடைந்த பாறைகளுக்கும், அப்பாறைகளின் பண்புகளான படுகையின் சரியான படிவுத்தன்மை மற்றும் புவியின் அடியில் அப்படுகையின் ஆழம் போன்றவற்றிற்கும் உள்ள தொடர்பை பற்றி அறிய முடிகிறது.

வரலாற்று மரபியல் சிக்கலில் நிலக்கட்டமைப்பு வடிவங்கள் முக்கியமாக பொதுவான பாறைப் பிறழ்ச்சியின் (geotectronics) வரம்பில் சார்ந்துள்ளன. நிலவியல் அறிவியலில் நிலக்கட்டமைப்பியல் ஒரு முக்கிய பகுதியாகக் கருதப்படுகிறது. முறையான நிலவியல் அளவைகள் (geological survey) இல்லாவிடில் நிலக் கட்டமைப்பு வடிவங்களைப் (structural forms) பற்றிய தெளிவான முடிவு பெறுவது கடினம். நில இயல் வல்லுநர்கள் காண வேண்டிய ஒரு பாறையின் தழைவு முறையை (mode of occurence) வெவ்வேறு பாறைப் படுகைகளின் நிலக்கட்டமைப்புப் பண்புகளுடன் ஒப்பிட்டு அது எவ்வாறு நிலக்கட்டமைப்புப் பண்புகளில் ஒன்றுபடுகிறது என்பதை வரையறுப்பர்.

நிலவியல் நிலப்படங்கள் (geological mappings) ஆய்வில் காணப்படும் வெவ்வேறு நில அமைப்புகளைத் தெரிவிப்பதோடு, பல்வேறு காலங்களைச் சேர்ந்த பாறைப் படலங்கள் எவ்வாறு பரவியுள்ளன என்றும், பாறைகளின் கட்டமைவுகள் கனிம இருப்புகள், நிலத்தடி நீர் பரவியுள்ள தன்மை போன்றவற்றையும், நிலக்கட்டமைப்பு உருவங்களின் நிலை போன்றவற்றையும், நிலக் கட்டமைப்பு உருவங்களின் முகக் குறிப்புகளையும் தெரிவிக்கும் ஒரு கருவியாகக் கருதப்படுகின்றன.

பாறைகளின் தழைவு முறை (mode of occurence of rocks) அனைத்து வகைப் பொருளாதாரக் கனிமங்கள் பரவிக்கிடக்க காரணமாகிறது. (எ-டு: நில எண்ணெய், நில வளிமம். மேல் முகமடிப்பின் முகட்டுப் பகுதியில் இவை காணப்படுகின்றன. ஆகவே நில மடிப்புகளைப் பற்றிய ஆய்விற்கு அவற்றின் உள் வெளித் தோற்ற உறுப்புகளைப் (morphological features) பற்றிய அறிவு தேவைப்படுகிறது.

பெரும்பாலான தாதுக் கனிமங்கள் சூழ்நிலைத் தாது வடிவங்களாக உருவாகிப் புவி மேலோட்டில் வெடிப்பு நிரப்பிகளாகக் (fissure fillings) காணப்படுகின்றன. நிலக்கட்டமைப்பு இயலில் வெடிப்புகளின் வகைகளையும், புவி மேலோட்டில் பரவியுள்ள இடங்களையும், அவற்றின் இயக்கத்திற்குக் காரணமான இயக்கங்களையும் அறிய வேண்டும். செயல்முறை நிலவியல் (applied geology) தாதுப் படிவுகளின் கட்டமைப்புகள் என்னும் புதிய பிரிவைக் கொண்டுள்ளது.

- அ.வே.உடையனப்பிள்ளை

நிலக்கடலை

காண்க : வேர்க்கடலை

நிலக்கரி

தாவரங்களிலிருந்து தோன்றிய கார்பனைக் கொண்ட பொருளுக்கு நிலக்கரி என்று பெயர். பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளுக்கு முன்னால் புதையுண்ட தாவர இனங்கள், மிக மெதுவாகச் சிதைவுண்டு நிலக்கரியாக மாறின. இம்மாறுதல் நடைபெறப் புவியில் அத்தாவர இனங்களின் மேலிருந்த பேரழுத்தம், வெப்பம் ஆகியவை காரணமாகும். கெட்டித்தன்மை கார்பன் அடக்கம் போன்றவற்றால் நிலக்கரி பல வகையாகக் காணப்படும்.

பீட். இது 50% கார்பன் உள்ள நிலக்கரியாகும். இதில் ஓரளவு ஈரக்கசிவும் உண்டு. நன்றாக முற்றாத நிலக்கரியான இது புவியின் மேல் பகுதியிலேயே கிடைக்கிறது. வேறு எந்தவித நிலக்கரியும் கிடைக்காத இடங்களில் இது பயன்படுகிறது.

பழுப்பு நிலக்கரி. இது பழுப்பு நிறமுள்ளதாயிருக்கும். இது அரைகுறையாக அமைந்த பீட் வகை நிலக்கரிக்கும் முழுமை எய்திய நிலக்கரிக்கும் இடைப்பட்ட கரி வகையாகும். இதில் ஓரளவு ஈரப்பசை உண்டு. இதில் 50 - 70% கார்பன் உள்ளது. லிக்னைட் கரியின் சூடாக்கும் ஆற்றல் சிறிது குறைவானது. இது எரிக்கப்படும்போது எளிதில் நொறுங்கி விழும்.

புகைமிகு நிலக்கரி (bituminous coal). இதில் 90% வரை கார்பன் உள்ளது. இது வழவழப்பாயிருக்கும் நிலக்கரியாகும். ஈரப்பசை சிறிதளவு இருக்கும். புகையுடன் எரியும். இது கல்கரி (Coke) என்னும் எரிபொருள் தயாரிப்பதற்கும் பெரிதும் பயனாகிறது.

அனல்மிகு நிலக்கரி (anthracite coal). அனல்மிகு நிலக்கரியில் 95% வரை கார்பன் உள்ளது. இதில் மிகக் குறைந்த அளவே ஈரப்பசை இருக்கும். இவ்வகைக் கரி கடினமாக இருக்கும். இது எரியும்போது தணலும் புகையும் இரா.

நிலக்கரியைச் சிதைத்து வடித்தல். நிலக்கரியைக் காற்றுப்புகாத மூடியுள்ள இரும்புப் பாத்திரங்களில் சூடுபடுத்தி மூடியிலிருந்து குழாய் வழியாக ஆவியாகக் கூடிய பொருள்களைப் பெறலாம். இரும்புப் பாத்திரத்தில் கல்கரி எஞ்சி நிற்கும். இவ்வாறு நிலக்கரியைச் சூடாக்கி அதிலுள்ள பொருள்களைப் பிரிக்கும் முறைக்குச் சிதைத்து வடித்தல் என்று பெயர்.

நிலக்கரி செங்குத்தாக அமைக்கப்பட்ட பெரிய வாலையில் சிதைத்து வடிக்கப்படுகிறது. இந்த வாலை, தீக்களிமண்ணால் கட்டப்பட்டுக் காற்றுப்புகாதவாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இதன் மேற்புறத்தில் நிலக்கரியை இட்டு வாலையின் வெளிப்புறம் தகுந்த வளிமக்கலவையினால் ஏறத்தாழ 1000°C அளவுக்குச் சூடுபடுத்தப்படுகிறது. அப்போது உண்டாகும் சுட்ட நிலக்கரி வாலையின் கீழ்ப்புறம் உள்ள திறப்பின் வழியே வெளியேற்றப்படுகிறது.

வாலையில் நிலக்கரி, சிதைத்து வடிக்கும் வினைக்கு உட்படுத்தப்படுவதால் தார், அம்மோனியா, நிலக்கரி வளிமம் முதலியன வாலையின் மேற்புறம் உள்ள திறப்பின் வழியாக வெளியேறுகின்றன. இவை முதலில் காற்றினாலும் நீரினாலும் குளிர்ச்சி செய்யப்பட்ட குளிர்விப்பான்களின் மூலம் செல்லும்போது நிலக்கரித் தார் பிரிக்கப்பட்டு, தார் கலன்களில் சேமிக்கப்படுகிறது. பின்னர் நிலக்கரியிலிருந்து வெளியேறும் வளிமப்பொருள்கள், சுட்ட நிலக்கரி நிரம்பிய அமைப்பின் வழியே அனுப்பப்படுகின்றன. அந்த அமைப்பில் நீர் மேலிருந்து கீழாகச் சென்று கொண்டிருக்கும். இங்கு அம்மோனியா முழுவதும் பிரிக்கப்பட்டுக் கீழ்ப்புறமுள்ள தொட்டிகளில் நிரம்புகிறது.

நிலக்கரியிலிருந்து வெளியேறிய பொருள்களில் நிலக்கரி வளிமம் உள்ளது. ஆனால் இதில் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடும் கலந்து உள்ளது. இது இரும்பு ஆக்சைடு உள்ள அமைப்பின் மூலம் செலுத்தப்படும்போது நீக்கப் படுகிறது. தூய்மையான நிலக்கரி வளிமம் பெரிய கொள்கலனில் சேமிக்கப்படுகிறது.

நிலக்கரி வளிமம் எரிபொருளாகவும், அம்மோனியாக் கரைசல், அம்மோனியம் சல்ஃபேட் போன்ற உரங்களைத் தயாரிக்கவும், கல்கரி பல உலோகங்களை அவற்றின் தாதுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கவும் பயனாகும்.

பயன்கள். நிலக்கரி முக்கியமாகப் புகைவண்டி, கப்பல், பெரிய தொழிற்சாலை எந்திரங்கள் முதலியவற்றை இயக்குவதற்கு நீராவி ஆற்றலை உண்டாக்கப் பயன்படுகிறது. இரும்பு ஆலைகளில் இரும்புத் தாதுகளை உருக்குவதற்கும் பயன்படுகிறது. இது நிலக்கரி வளிமம், கரித்தார், அம்மோனியா ஆகிய பொருள்களைத் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. இது உற்பத்தி வளிமம், நீர்வளிமம் போன்ற வளிமங்களை, வளிமக் கலவைகளை உற்பத்தி செய்யவும் பயன்படுகிறது. அசிசன் முறையில் கிராஃபைட் தயாரிக்க ஆந்த்ரசைட் கரி பயன்படுகிறது.

- சு. சித்ரா

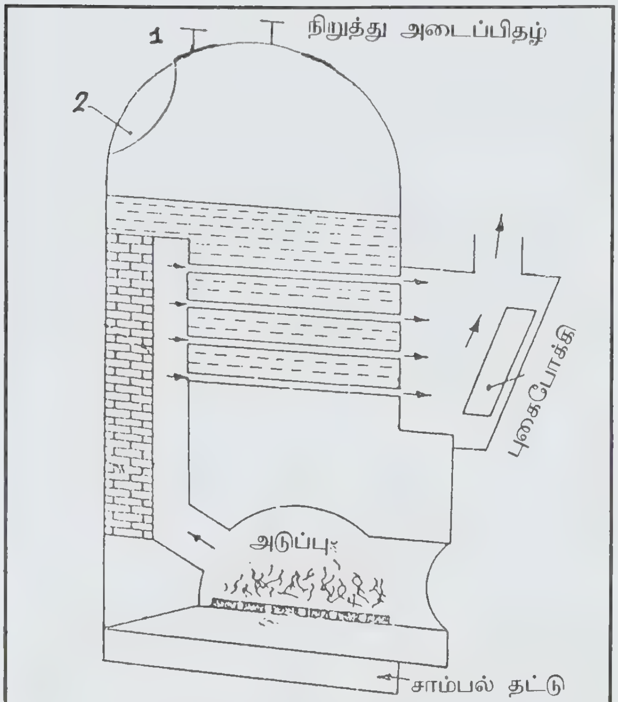
- க. சிவகாமி

நிலக்கரி எரிவிப்புக் கொதிகலன்

நீராவியை உயர் அழுத்தத்துடன் உற்பத்தி செய்வதற்காகப் பயன்படும் மூடிய கொள்கலனே, கொதிகலன் (boiler) எனப்படும். உந்து எக்கி, விசிறி, எரிபொருள் எரிவிப்பான், காற்றுச் சூடாக்கி ஆகிய தற்காலக் கொதிகலன்களின் ஒட்டு மொத்த அமைப்பினை நீராவி உருவாக்கும் அமைப்பு எனலாம். எரிபொருளின் வேதியியல் அல்லது அணு ஆற்றலை வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றுவதே கொதிகலன் ஆகும்.

நீராவியை உருவாக்குவதற்கான ஆற்றல் பல வகைப் பொருள்களிலிருந்து பெறப்படுகிறது. அவை: எண்ணெய், இயற்கை வளிம மரக்கட்டை, பழுப்பு நிலக்கரித் தொழிற்கூடங்களிலிருந்து வெளிவரும் தேவையற்ற வளிமங்கள் முதலியன. இவற்றின் அடிப்படைத் தேவை எரிபொருள் வெப்பத்தை வெளிவிடக்கூடியதாக இருக்க வேண்டும் என்பதேயாகும்.

நிலக்கரி எரிவிப்புக் கொதிகலனில் சிறு சிறு துண்டுகளாக உடைக்கப்பட்ட நிலக்கரி, தடித்த உள்ளீடு அமைப்பு (fuel handling system) மூலமாகச் செலுத்தப்படுகிறது. இவ்வகைக் கொதிகலனில் மிகவும் புகழ்பெற்றது கோக்ஃரோன் கொதிகலனாகும். கலனின் அடியிலுள்ள அரைக்கோள வடிவ நெருப்புக் குண்டத்தினுள் (fire box) கணப்புத் தட்டு அல்லது தீச்சல்லடை (grate) ஒன்று இருக்கும். நிலக்கரி போன்ற எரிபொருள் கணப்புத் தட்டில் வைக்கப்பட்டுக் கனலூட்டப்படும். எரிபொருள் கனற்சியால் உண்டாகும் அல்லது சூடேறும் வளிமங்கள் முதலில் கனற்கலத்தில் (combustion chamber) சேகரிக்கப்படுகின்றன. கனற்கலம் சூடுதாங்கும் வகையில் வெப்பந்தாக்கிக் கற்களினாலோ, தீச்செங்கற்களினாலோ கட்டப் பட்டிருக்கும். கொதிகலன் மீச்சூடாக்கம் அடையாமல் இருக்க இவ்வெப்பந்தாங்கிச் செங்கற்கள் பயன்படுகின்றன. போதுமான அளவிற்குத் திரண்டதும் கனற்சி வளிமங்கள் கிடைமட்ட இணைக்குழாய்களில் பாய்கின்றன. அவற்றைச் சுற்றிலும் உள்ள குழாய்களின் வழியே மிகச் சூடான வளிமங்கள் செல்லும்போது வெப்பக்கடத்தல், வெப்பச்சலனம் இவற்றின் காரணமாக வெப்பப்பாய்வு ஏற்படுகிறது. இந்நீர் கொதிகலனுக்கு வருவதற்கு முன், ஊட்ட நீர் செயல்பாட்டிற்கு உட்பட்டிருக்கும். இந்த மீவுயர் வெப்பப் பரிமாற்றம் நீரினைச் சூடாக்கி மிக விரைவில் அதன் வெப்ப நிலையினை உயர்த்தி நீராவியாக்குகிறது. இம்முறையில் உண்டாகும் நீராவி, அதற்கெனக் கொதிகலன் மேற்பரப்பில் உள்ள அழுத்தக் கலனில் (pressure vessel)

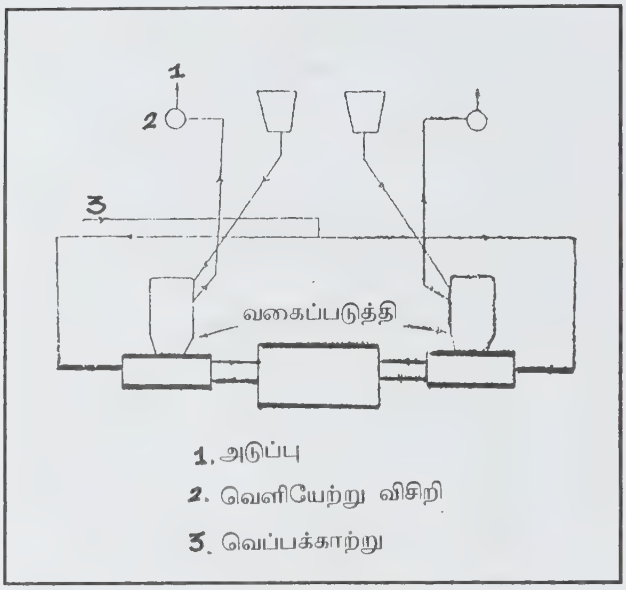


படம் 1. கோக்ஃரோன் கொதிகலன்

உள்ள நீராவிக் கொள்ளிடத்தில் (steam space) சேகரிக்கப்படும். எனவே, மேன்மேலும் நீராவி உண்டாக மீவுயர் வெப்ப நிலையில் நீராவியின் அழுத்தம் அதிகரிக்கும். தேவைப்படும்போது நீராவி அடைப்பிதழைத் (steam stop valve) திறந்து நீராவியை வெளியேற்றலாம்.

அதே சமயம் தீக்குழல்கள் வழியாக வெளியேறும் கனற்சி வளிமங்கள் புகைபெட்டியில் (smoke box) சேகரிக்கப்பட்டுப் பின்னர், புகைபோக்கி வழியாக வளிமண்டலத்திற்கு வெளியேற்றப்படும். தீக்குழல்களைத் தூய்மையாக்கவும், ஆய்ந்தறியவும் ஏற்ற வகையில் புகைப்பெட்டியின் கதவு பொருத்தப்பட்டிருக்கும். தகுந்த வலிமையும் பெருமக் கொள்ளளவும் உடைய நீராவிச் சேகரிப்புக் கலம் பொதுவாக அரைக்கோள வடிவத்தில் இருக்கிறது. மேலும் இப்பகுதியில் பணியாளர் உள்ளே இறங்கிப் பழுது பார்க்கவோ ஆய்வு நடத்தவோ ஏற்றவாறு நுழைவுக் கதவும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

படத்தில் விவரித்துள்ளபடி நீராவி அழுத்த நிலையினை அறிய அழுத்த நிலையளவி, மேற்பரப்பில் நீராவியின் அழுத்தம் அதிகரித்துவிட்டால் நீராவியை

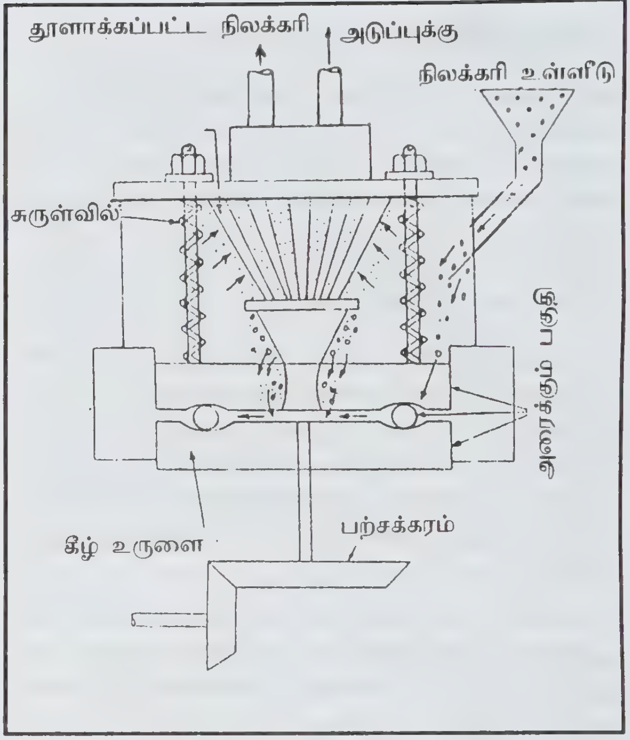


படம் 2. பந்து ஆலை

வெளியேற்றப் பாதுகாப்பு அடைப்பிதழ், ஊட்டு நீர்ச் சரிபார்ப்பு அடைப்பிதழ் தேங்கிய நீரினை வெளியேற்ற விடுபடு குழாய், கொதிகலனில் போதுமான அளவிற்கு நீர் உள்ளதா என்று அறிய நீர் நிலைகாட்டி, நெருப்புக் கலத்தில் தங்கும் சாம்பலைச் சேகரிக்கச் சாம்பல் தட்டு ஆகியவையும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

நிலக்கரித் தூள் கொதிகலன். முழுமையாக எரியூட்டப் படுவதற்காகவும், நிலக்கரியின் பரப்பை அதிகரிப்பதற்காகவும் இவ்வகைக் கொதிகலன்களில் நிலக்கரி முதலில் நன்றாகத் தூள் ஆக்கப்படுகிறது. நிலக்கரியின் எரியும் திறன் அதன் முழுமையான எரிவிப்பு முறையைப் பொறுத்திருக்கிறது. நிலக்கரியைத் தூளாக்கும் எந்திரங்களில் (pulverising mill) பந்து ஆலை (ball mill) சுத்தியல் ஆலை (hammer mill), பந்து மற்றும் பரிவட்ட ஆலை(ball and race mill), குமிழ் ஆலை (bowl mill) ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவை.

பந்து மற்றும் பரிவட்ட ஆலை. இவ்வகை எந்திரங்களில் நிலக்கரி சுழலும் பகுதிகளின் வழியே செலுத்தப்படுகிறது. முழுதும் தேவையான அளவு சுரித்துகள்களாக நிலக்கரி மாறும்வரை அது மீண்டும் மீண்டும் எந்திரத்தின் வழியே செலுத்தப்படுகிறது. கரி, இரண்டு சுழலும் பகுதிகளான பந்துகள் மற்றும் பரிவட்டங்களுக்கு இடையே நசுக்கப்படுகிறது. கீழே உள்ள சுழலும் வட்டத்திற்கும் பரிவட்டங்களுக்கும் இடையே பந்துகள் உள்ளன. எந்திரத்தினுள் செலுத்தப்படும் தூளாக்கப்படாத நிலக்கரியினை இந்த வட்டங்களும் தூளாக்குகின்றன.



படம் 3. பந்து மற்றும் பரிவட்ட ஆலை

தூளாக்குவதற்குத் தேவையான விசை, சுருள்வில்கள் மூலம் அளிக்கப்படுகிறது. தூளாக்கப்பட்ட கரியை எடுத்துச் செல்ல வெப்பக்காற்று எந்திரத்திற்குள் செலுத்தப்படுகிறது. இது தூள்களைப் பிரிப்பான் வழியாக எடுத்துச் செல்கிறது. இப்பிரிப்பான் பெரும் துகள்களைத் தனியாகப் பிரித்து மீண்டும் தூளாக்கத் திருப்பி அனுப்பிவிடும். இவ்வகை எந்திரங்களில் கரி, வேகமாகத் தாக்கப்படுதல், தேய்த்தல், நசுக்குதல் இவற்றால் தூளாக மாற்றப்படுகிறது.

தூளாக்கப்பட்ட கரி எரிவிப்பு. இம்முறையில் முதலில் வெப்பக் காற்று செலுத்தப்பட்டுக் கரி உலர்த்தப்படுகிறது. பிறகு இது தூளாக்கப்படும் எந்திரத்திற்குச் செலுத்தப்படுகிறது. தேவையான வெப்பக்காற்று மூலம் எந்திரத்திற்கு அளிக்கப்படும் தூளாக்கப்பட்ட கரி மற்றும் வெப்பக்காற்றுக் கலவை எரிவிப்பானுக்குச் செல்கிறது. எரிவிப்பானில் இரண்டாம் நிலைக் காற்று கலக்கப்படுகிறது.

தூளாக்கப்பட்ட கரி எரிவிப்பான். எரிவிப்பான்கள் தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியை எரிவிக்க உதவுகின்றன. ஒவ்வொரு வகை எரிவிப்பானிலும் காற்று, கரித்தூள் ஆகியவற்றின் கலப்பு விகிதம் மாறுபடும். நிலக்கரி எரிவிப்பான்கள் பின்வரும் இயல்புகளைப் பெற்றிருக்க வேண்டும்.

கரியையும் வெப்பக்காற்றையும் தேவையான அளவில் தேவையான சுழலோட்டத்தில் (turbulence) எரிவிப்பானை வந்தடையும் முன்பே கலக்கவிட வேண்டும்.

கரி மற்றும் வெப்பக்காற்றுக் கலவை தகுந்த விகிதத்தில் கலந்திருக்க வேண்டும். நிலையாக எரிதலை உறுதிப்படுத்திடக் கொதிகலனில் எரிதல் ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்துடன் நடைபெற வேண்டும்.

கரி மற்றும் வெப்பக்காற்று கலவை எரிவிப்பானிலிருந்து வெளியேறும் வேகம், கணப்பின் முன்பகுதி இடம்பெயரும் வேகத்திற்குச் சமமாக இருக்க வேண்டும்.

- கே.ஆர். கோவிந்தன்

நிலக்கரித்தாரும் அதன் பெறுதிகளும்

நிலக்கரியைக் கரிச் செறிவேற்றம் (carbonisation) செய்கையில் விளையும் பொருள்களுள் நிலக்கரித் தார் முதன்மையான வாலைவடி நீர்மமாகும்.

நிலக்கரியைக் காற்றுப் புகா வாலையில் சூடுபடுத்தும்போது கல்கரியுடன், துணை விளைபொருள்களாகத் தாரும், நிலக்கரி வளிமமும் வெளிவருகின்றன. கரியாக்க வழி முறைகளுள் ஒன்றான கோலைட் (coalite) முறையில் ஒவ்வொரு 1000கி.கி. நிலக்கரிக்கும் 75கி.கி. கரித்தார் வெளிவருகிறது. கரித்தாரிலிருந்து பல் தொழில்களுக்கான மூலப்பொருள்களைப் பெறலாம் என்னும் உண்மை அறியப்பட்ட பின்பு கரித்தாரின் மதிப்பு உயர்ந்தது. நிலக்கரித்தாரை வாலை வடிப்பதனால் கிடைக்கும் பொருள்கள் அட்டவணை 1 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. அம்மோனியாவிலிருந்தும் பிற வளிமங்களிலிருந்தும் பிரிக்கப்பட்ட பின்பு முதல்நிலை வாலைவடித்தல் (topping) மூலம் கிடைக்கும் வேதி எண்ணெய் (chemical oil) எனப்படும் 250°C வரை உச்சக் கொதிநிலையைக் கொண்ட வடிநீர்மம் அட்டவணையில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள வேதிப்பொருள்கள் யாவற்றையும் உள்ளடக்கியிருக்கும்.

குடுவை வாலைகள் அல்லது குழாய் வாலைகள் பிரிக்கும் அடுக்குகளுடன் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அடுக்குக் கோபுரத்தின் அடிப் பகுதியிலிருந்து தார் வண்டல் அகற்றப்பட்டு 400°C வரை கொதிநிலை கொண்ட பின்னல்கள் மேல்பகுதியில் பின்னக் காய்ச்சிவடித்தலில் பிரிக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு பின்னமும் பின்பு அதில் அடங்கியுள்ள வேதிப் பொருள்களும் தனித்தனியே பிரித்தலுக்குட்படுத்தப்படும். தாரிலுள்ள அமிலங்கள் எரிகாரத்தைக் கொண்டும், தாரிலுள்ள காரங்கள் கந்தக அமிலத்தைக் கொண்டும் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. எரிகாரக் கரைசலில் நுழையும் ஃபீனால்களை மீண்டும் அமிலமாக்கல் வாயிலாக மீட்கலாம். இதற்காக எரிகாரக் கரைசல் அடுக்கில் Co_2 வளிமம் செலுத்தப்பட்டு, கனமான நீர்ம அடுக்காகப் பிரியும் ஃபீனாலை எஞ்சிய நீரியக் கரைசலிலிருந்து பிரித்தல் வேண்டும்.

அட்டவணை 1

பலவகை நிலக்கரித் தார்களின் பகுப்பாய்வு முடிவுகள்

எடை விழுக்காடு

தார் வகை பின்ன வகை	கல் கரி அடுப்புத் தார் (%)	வளிம நிலைத் தார் (%)	குறை வெப்ப நிலைத் தார் (%)
நிலக்கீல் (pitch)	59.0	44.0	26.0
கிரியோசோட்	31.0	42.0	55.0
லேசான எண்ணெய்கள் (light oils)	2.5	5.4	6.7
கனமான எண்ணெய்கள் (heavy oils)	5.4	6.5	9.4
கிரியசோட்டிலும் எண்ணெய்களிலும்:			
தார் அமிலங்கள் (ஃபீனால், கிரெசால்கள்)	3.1	16.0	29.3
தார்க் காரங்கள் (பிரிடீன், லூட்டிடின்)	1.8	2.1	2.1
நாஃப்தலீன்	8.8	3.0	0.1
ஆந்த்ரசீன்	1.0	0.26	0.06

நாஃப்தலீனைப் பதங்கமாதல் வழியிலோ, படிகமாக்கும் வழியிலோ பிரிக்கலாம். பல தார்ப் பொருள்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் இவ்வேதிப்பொருள்கள் விரிவான முறைகளில் தூய்மைப்படுத்தப்படுகின்றன.

கரிக்கட்டிகள் (briquettes) தயாரிப்பிலும் கரி மின்முனைகள் தயாரிப்பிலும் வண்டல் தார் சிறந்த ஒட்டுவியாகப் பயன்படுகிறது. அனைத்துலகிலும் அலுமினிய உலோகப் பிரிவுத் தொழிலில் பெட்ரோலியக் கல்கரி, கரித்தார், கரித்தார்-கல்கரி கலவை ஆகியன மின்முனைத் தயாரிப்புக்கு இன்றியமையாத பொருள்களாகும். கிரியசோட்டுடன் கலக்கப்பட்ட கரித்தார் வண்டல் சாலை அமைப்புக்குப் பெரிய அளவில் பயனாகிறது. அதேபோன்று, சுவர்கள், கூரைகள், தரைகள் ஆகியவற்றிற்கு நீர் உட்புகவிடாப் பூச்சாகவும் செயல்படுகிறது. கிரியசோட் மரத்தை உளுத்துப் போகாமல் பாதுகாக்கும் பூச்சாகப் பயன்படுகிறது. கரித்தார் வண்டலிலும் கன எண்ணெய்களிலும் பல மணிநேரம் சூடுபடுத்தப்பட்ட நிலக்கரியை நிலத்துக்கும் நீருக்கும் அடியில் புதைக்கப்பட்ட வளிமம் மற்றும் எண்ணெயை எடுத்துச் செல்லப் பயன்படும் குழாய்களுக்கு மெருகு பூச்சாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். அடர்மிகு எண்ணெய்கள் கருங்கரி (carbon black) தயாரிப்புக்குப் பயனாகின்றன.

சில பின்னங்களில் இடம்பெறும் எளிய வேதிப் பொருள்களுள் லேசான எண்ணெய் பிரிப்புக்கு உட்படுத்தப்பட்டுப் பென்சீன், டொலுவீன், ஃபீனால், கிரெசால் நாஃப்தலீன், ஆந்த்ரசீன் போன்றன வேதிப் பொருள்களாகவோ, கரைப்பான்களாகவோ பயன்படுகின்றன. நாஃப்தலீன் அந்துப் பூச்சிக் கொல்லி உருண்டையாகவும், தாலைன் வகைச் சாயத் தொழிலுக்கு அடிப்படையான தாலிக் நீரிலி தயாரிப்புக்காகவும் பயன்படுகிறது. மெருகுப்பூச்சு (lacquers) மற்றும் நெகிழித் (plastic) தொழிலில் மென்மையூட்டிகள் எனப்படும் டைஆக்டைல்தாலேட் போன்றவற்றின் தயாரிப்புக்கும் நாஃப்தலீன் தோற்றுவாய்ப் பொருளாகும். அலிசரின் போன்ற சாயப் பொருள்கள் ஆந்த்ரசீனில் தொடங்கித் தயாரிக்கப்படுகின்றன. நெகிழிகள், வெடிபொருள்கள், சாயப் பொருள்கள், வேளாண்மைத் துறை வேதிப் பொருள்கள், மருந்துகள் ஆகியவற்றின் பேரளவு தயாரிப்புகளில் தார்வகை அமிலங்களும் காரங்களும் இன்றியமையாதனவாகும்.

வேதித் தொழில் வரலாற்று நோக்கில் அணுகினால் நிலக்கரித்தார் வேதிப்பொருள் தயாரிப்புத் தொழிலை நீண்ட காலத்திற்குத் தாங்கி வந்துள்ளது என்பது தெரியவரும். எனினும் 1930ஆம் ஆண்டுவாக்கில் வேதிப்பொருள் தொழில் பெட்ரோலிய வகைப் பொருள்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு மேற்கொள்ளப்பட்டது. ஆந்த்ரசீனும், சில உயர்மூலக்கூறு ஃபீனால்களும் மட்டுமே நிலக்கரித் தாரிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்டு வருகின்றன.

நிலக்கரித் தாரை அகற்றிய பின்பும் நிலக்கரி வளிமத்தில் சில அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்கள் இடம் பெற்றுள்ளன. இவற்றைப் பென்சால் எனப்படும் லேசான எண்ணெயாக அகற்றலாம்.

அட்டவணை 2

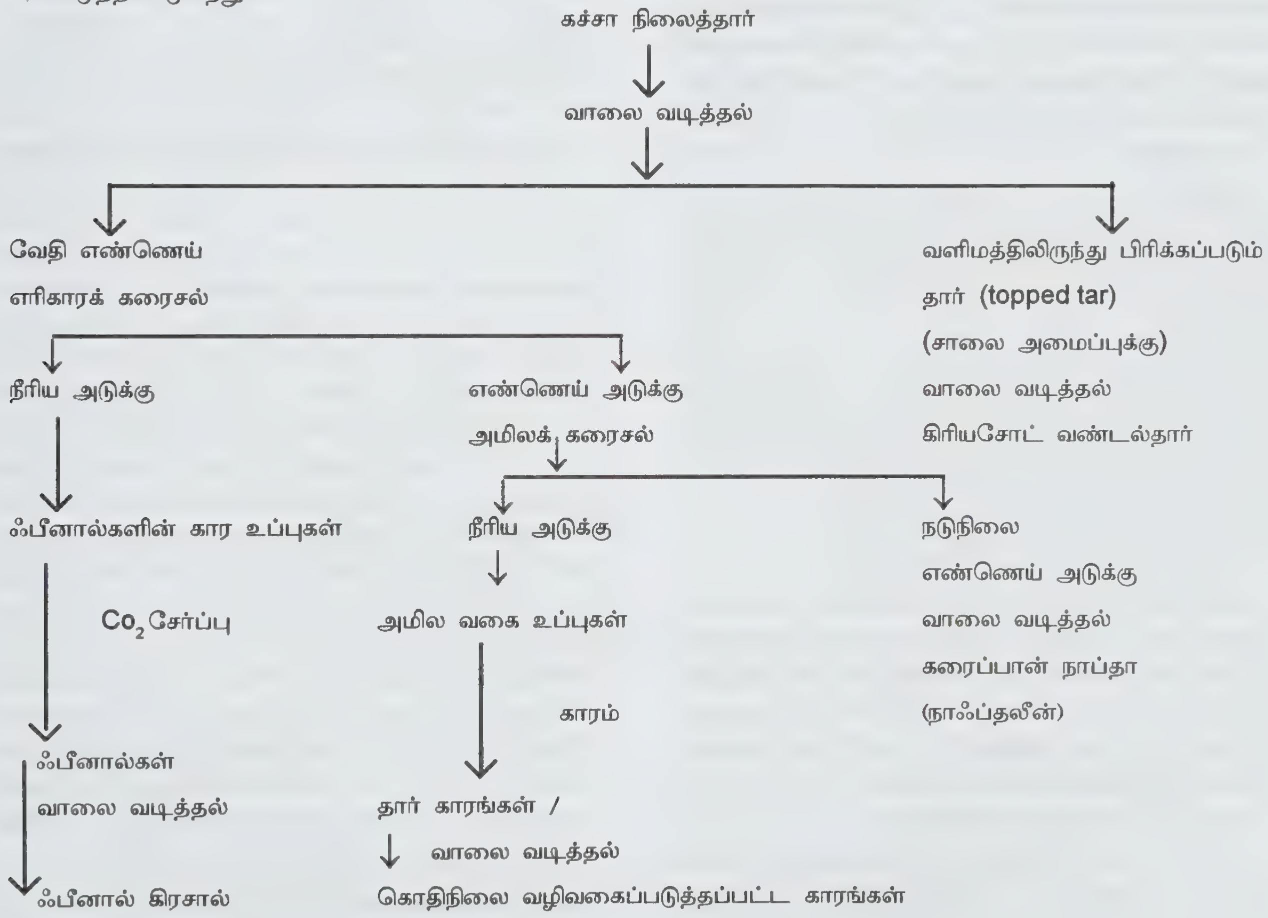
லேசான எண்ணெயின் இயைபு (எடை விழுக்காடு)

வேதிப் பொருள்கள்	மூவகைத் தோற்றுவாய்கள் இயைபு விழுக்காடுகள்		
	கல்கரி அடுப்புகள் (%)	வளிமத் தயாரிப்பு நிலையங்கள் (%)	தாழ் வெப்பநிலை எண்ணெய் (%)
பென்சீன்	65	45	-
டொலுயீன்	15	8	15-20
சைலீன்	5	4	-
நாஃப்தா	12	20	30-35
பாரஃபீன்கள்	2	20	40-45

நிலக்கரித் தாவர வாலைவடித்துப் பிரிக்கப்படும் லேசான எண்ணெய்கள் பென்சாலுடன் கலக்கப்பட்டு நன்கு தூய்மைப்படுத்தப்படுகின்றன. பென்சீனும் டொலுவீனும் அரோமாட்டிக் வேதிப்பொருள்களுள் முதன்மையானவை. இரண்டாம் உலகப் போர் வரை டொலுயீன் பெரும்பாலும் டிரைநைட்ரோடொலுயீன் தயாரிப்புக்கு மட்டுமே பயனாகி வந்தது. தற்போது பல்வேறு வேதித் தயாரிப்புகளில் ஈடுபடுத்தப்படுகிறது. நாஃப்தாவிலிருந்து பிரிக்கப்படும் குமரோன், இன்டீன் ஆகியன ரெசின்களாக மாற்றப்படுகின்றன. அனைத்துப் பின்னங்களுமே ஏதாவதொரு வேதித் துறையில் கரைப்பான்களாக விளங்குகின்றன. நாஃப்தலீன் பொதுவாக அதன் உறைநிலையின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்தப்பட்டு விற்கப்படுகிறது. தூய நாஃப்தலீன் உறைநிலை 80.3°C ஆகும். பொதுவான வணிகப் பயன்களுக்கு 96% தூய்மையுடைய 78°C நாப்தலீனே போதுமானது.

கிரியசோட்டில் அசிநாப்தீன், ஃபுளூரின், டைஃபீனைலின் ஆக்சைடு, ஆந்திரசின், கார்ப்சோல் ஆகியன ஒவ்வொன்றும் 2-4% இலும் ஃபீனான்த்ரின் 12-14% இலும் உள்ளன. கிரியசோட்டிலிருந்து அதன் உள்ளடக்கப் பொருள்களைப் பிரித்தெடுப்பதற்கு உலகெங்கிலும் பல முயற்சிகள் எடுக்கப்பட்டன. எனினும் இவை லாபகரமானவையாக அமையாமையால் கைவிடப்பட்டன. எனினும் ஆந்திரசீன் மட்டும் பேரளவில் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. கிரியசோட்டின் முதன்மைப் பயன் மரத்திற்கு அளிக்கப்படும் பூச்சு ஆகும். இருப்புப்பாதைக் குறுக்குக் கட்டைகள், மின்கம்பங்கள் வேலிக் கல்தூண்கள் ஆகியன கெடாமல் இருப்பதற்கு இப்பூச்சு விலை மலிந்ததாகவும் திறன்மிக்கதாகவும் உள்ளது. தற்போது இத்துறையில் கிரியசோட்டுடன் பெண்டா குளோரோஃபீனால் கலந்து பயன்படுத்தப்படுகிறது.

நிலக்கரித் தாரை வாலை வடித்தலின்போது அடியில் தங்கும் வண்டலில் 50% கச்சா தூய்மைப்படுத்தப்படாத தார் உள்ளது. நிலக்கரித்தாரில் 5000-10000 தனிச் சேர்மங்கள் இடம் பெற்றுள்ளமையால், இதில் பாதிக்குமேல் வண்டல்தாரில் இடம்பெறும் எனலாம். இவற்றுள் பெரும்பாலானவை ஒவ்வொன்றும் 1% க்கும் குறைவான அளவிலேயே உள்ளன. குறை வெப்பநிலைகளில் கருநிறங் கொண்ட, பளபளப்பான திண்மமாகவும், உயர் வெப்பநிலைகளில் நீர்மமாகவும் உள்ள வண்டல்தாரில் பல்வேறு சேர்மங்களும் ஒன்றோடொன்று இடையீடுகொண்டு நல்லுருகு கலவைகளாக (eutectic mixtures) மாறிவிடுகின்றன. இதன் காரணமாக வண்டல்தாரில் (நிலக்கீலில்) உருகுநிலையோ படிகமோ மாறும் வெப்பநிலையோ இரா. இளகும் புள்ளி (softening point) மட்டுமே உண்டு.



கச்சா நிலக்கரித்தாரிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் முதனிலைப் பின்னங்கள்

நிலக்கீல் கரைப்பான் வழிப் பிரிப்பு வாயிலாக மூலக்கூறு நிறை அடிப்படையில் பல்வேறு பின்னங்களாகப் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. உயர் மூலக்கூறு நிறைகொண்ட பின்னங்கள் திறன்மிக்க கரைப்பான்களில் கரைகின்றன. நிலக்கீல் கார்பன் மின்முனைகளின் தயாரிப்புக்கும், மாக்னசைட், டோலமைட் போன்ற வெப்பம் தாங்கவல்ல கற்களின் இடைவெளிகளை நிரப்புவதற்கும், தொழிலகக் கூரைகளுக்குப் பூச்சுகளாகவும் பயன்படுகிறது.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நிலக்கரி மாற்றுவகைப்படுத்தல்

நிலக்கரியைப் பயன்மிக்க திண்ம, நீர்ம, வளிம வகைப் பொருள்களாக மாற்றுதலே நிலக்கரிச் செயல் முறையாக்கம் எனப்படுகிறது. இச்செயல் முறையின் விளைபொருள்கள் பெரும்பாலும் எரிமங்களாகவும், சிறு அளவில் வேதிப்பொருள் தயாரிப்பு, கட்டிடத் தொழில் மற்றும் சாலை அமைப்பு ஆகிய துறைகளிலும் பயனாகின்றன.

நிலக்கரிச் செயல்முறையாக்கத்தின் குறிக்கோள்களாவன: (1) பலவகைப் பயன்பாடுகளுக்கும் நிலக்கரியை ஏற்றவாறு செய்வது (எடுத்துக்காட்டாக, உலோகவியலில் பயன்படும் கல்கரி (coke) மற்றும் புகையின்றி எரியும் வீட்டுப் பயன்களுக்கான கரி தயாரித்தல்); (2) நிலக்கரியை மேலும் பயனுள்ள எரிபொருளாக மாற்றுதல் (வளிமமாக்கல், பெட்ரோலாகவோ எரி எண்ணெயாகவோ மாற்றுதல் அல்லது சிறு கரிக்கட்டிகளைப் பெருங்கட்டிகளாக்குதல் (briquetting); (3) நிலக்கரியைச் சிறந்த வேதிப்பொருள்களுக்கான மூலப்பொருளாக்கி நிலக்கரிக்கான சந்தையை விரிவாக்குதல்.

அனல் மின் நிலையங்களில் நிலக்கரியை நேரடியாக எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தி வருவதால் சுற்றுப்புறச் சூழ்வளி கேடுறுகிறது. நிலக்கரியின் ஆற்றல் அடர்த்தி (ஆற்றல்/நிறை) உயர்வாக உள்ளமையால், அதனை எரித்துக் கிடைக்கும் ஆற்றலில் பெரும்பகுதி அதனை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்வதிலேயே செலவழிந்துவிடுகிறது.

இரும்பு தயாரிக்கும் ஊது உலைகளில் மரக்கரி (wood charcoal) பயன்படுத்தப்பட்டு வந்த 16ஆம் நூற்றாண்டில் இவ்வகைக் கரியின் தட்டுப்பாட்டினை நீக்கும் வாயிலாக நிலக்கரிச் செயல்முறையாக்கம் தொடங்கப்பட்டது. இதன் விளைவாக, நிலக்கரிச் செறிவேற்றம் உருவாக்கப்பட்டுக் கல்கரி தயாரிக்கப்பட்டது. தொழில்நுட்பம் வளர வளரக் கரியாக்க முறைகளிலும் எளிய உத்திகள் தோன்றலாயின. 1792ஆம் ஆண்டு முதன் முதலாக வில்லியம் மர்டாக் என்பார் நிலக்கரி வளிமத்தைக் கொண்டு விளக்குகளை எரிய வைத்தார். அமெரிக்காவில் 1950ஆம் ஆண்டு வரையிலும் பிரிட்டனில் 1970ஆம் ஆண்டு வரையிலும் வளிம எரிம விளக்குகள் வழக்கிலிருந்தன. நிலக்கரிக் கரியாக்கத்தின் முதன்மையான கிளை விளைபொருள்கள் தார், பென்சால், அம்மோனியா ஆகியனவாகும். நிலக்கரி வளிமத் தயாரிப்பு அமைப்புகளிலிருந்து தார் முதன்முதலாக 1800இல் பிரித்தெடுக்கப்பட்டது. எனினும், 1850க்குப் பின்பே சாயத்தொழிலிலும், வெடிமருந்துத் தொழிலும் மூலவேதிப் பொருள்களின் தேவையை நிரப்புவதன் பொருட்டு நிலக்கரித் தார் தயாரிப்பில் பெரும் முன்னேற்றம் காணப்பட்டது.

1913ஆம் ஆண்டு ஹேபர் முறையில் அம்மோனியா தொகுக்கப்படும்வரை நைட்ரஜன் உரங்களுக்கு வாலைவடித்தல் வாயிலாகப் பெறப்பட்ட அம்மோனியாவே ஒரே தோற்றுவாயாக இருந்து வந்தது. பெட்ரோலிய வகை வேதிப்பொருள்கள் சந்தையில் தோன்றத் தொடங்கியவுடன் நிலக்கரியிலிருந்து அம்மோனியா பெறும் முறை பின்னடைவு பெற்றது. கல்கரியை விளைவிக்காமல் நிலக்கரியை முழுமையாக வளிமமாக்கும் முறையும், நிலக்கரியை வெண்சூட்டில் காற்றுடன் வினைப்படுத்தி, உற்பத்தி வளிமம் தயாரிக்கும் முறையும் 19ஆம் நூற்றாண்டின் நடுவில் உருவாக்கப்பட்டு 1950 வரை உச்ச நிலையில் இருந்து வந்தன. எஃகு தயாரிப்பில் உற்பத்தி வளிமம் பெரிதும் விரும்பப்பட்டது. பெட்ரோலிய எண்ணெயுடன் ஒப்பிடுகையில் நிலக்கரி விலையுயர்ந்ததாக இருந்தமையால் உற்பத்தி வளிமத் தயாரிப்பு 1970இல் வழக்கொழிந்த நிலையடைந்தது. நிலக்கரியை முழுமையாக வளிமமாக்கும் முறைகளும் தென் ஆப்பிரிக்காவில் செம்மையாக்கப்பட்டுள்ள லூர்கி (Lurgi) முறை மட்டுமே தற்போது குறிப்பிடத்தக்கதாக உள்ளது. எனினும் எதிர்காலத்தில் என்றென்றும் வளிமமும், பெட்ரோலிய எண்ணெயும் அருக நேரும்போது பரந்து மலிந்து காணப்படும் நிலக்கரியிலிருந்து வளிம எரிமங்களைத் தயாரித்தல் முதன்மைநிலை அடையக்கூடும்.

1930களில் அழுத்தத்தினால் நிலக்கரியை ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்து பெட்ரோலியத்தைப் பெறும் முறை ஜெர்மனியில் செம்மைப்படுத்தப்பட்டது. ஜெர்மனி இரண்டாம் உலகப் போரில் ஈடுபட்டதற்கு இதுவும் ஒரு காரணமாக அறியப்பட்டுள்ளது.

அப்போரின் இடைக்காலத்தில் ஜெர்மனி ஆண்டொன்றிற்கு 6 மில்லியன் டன் பெட்ரோலிய எண்ணெயை நிலக்கரியிலிருந்து தயாரித்தது.

நிலையாக ஓரிடத்தில் நிலக்கரியைப் பயன்படுத்தும் அமைப்புகளிலும் பெரிய அளவில் அவ்விடத்திற்கு நிலக்கரியைக் கொண்டு வருவதற்கான செலவு தூய்மைக்கேடு, பயன்பாட்டுச் செயல்திறன் குறைவு ஆகியன வளிமமாக்கலுக்குத் தூண்டுகோலாகின்றன. சில இடங்களில் நிலக்கரி எண்ணெயுடன் கலந்த குழம்பாகக் குழாய் வளியே செலுத்தப்படுகிறது.

நிலக்கரி வளிமமாக்கல். (gasification of coal). நிலக்கரி, கல்கரி, கரியடை (char) ஆகியவற்றைக் காற்று, ஆக்சிஜன், நீராவி கார்பன் டைஆக்சைடு அல்லது இவற்றின் கலவை ஆகியவற்றுடன் வினைப்படுத்தி வளிமப் பொருள்களை உருவாக்குதலில் விளையும் வளிமங்களுள் மெத்தேன் கார்பன் மோனாக்சைடு, ஹைட்ரஜன் ஆகியன உயர் விகிதங்களில் கிடைக்கின்றன. இவ்வளிமக் கலவையின் இயைபு

நிலக்கரியை வளிமமாக்கும்போது நிகழும் வினைகள்:

நிலக்கரி $\xrightarrow{\Delta}$ வளிமங்கள் (Co, Co_2, CH_4, H_2) + நீர்மங்கள் + கரியடை

நிலக்கரி + H_2 $\xrightarrow{\text{வினையூக்கி}}$ நீர்மங்கள் + கரியடை

நிலக்கரி + H_2 (ஒரு ஹைட்ரஜன் வழங்கியிடமிருந்து) $\longrightarrow$ நீர்மங்கள் + கரியடை

நிலக்கரி + H_2 $\xrightarrow{\text{வினையூக்கமற்ற}}$ மெத்தேன் + கரியடை

சிதைவு வினை

C (கரியடை) + $H_2 \longrightarrow CH_4$ (வெப்ப உமிழ் வினை)

C (கரியடை) + $H_2O \longrightarrow CO + H_2$ (வெப்பம் கொள்வினை)

C (கரியடை) + $Co_2 \longrightarrow 2CO$ (வெப்பங்கொள்வினை)

C (கரியடை) + $O_2 \longrightarrow CO_2$ (வெப்பம் உமிழ்வினை)

வளிம நிலை வினைகள்

$CO + H_2O \xrightarrow{\text{வினையூக்கி}} H_2 + CO_2$(வெப்ப உமிழ்வினை)

$CO + 3H_2 \xrightarrow{Ni} CH_4 + H_2O$(வெப்ப உமிழ்வினை)

$CO_2 + 4H_2 \xrightarrow{Ni} CH_4 + 2H_2O$ (வெப்ப உமிழ்வினை)

x CO + y $H_2 \longrightarrow$ ஹைட்ரோகார்பன் + வளிமங்கள் + CO_2 + நீர்மங்கள் (வெப்ப உமிழ்வினை)

விழுக்காடு வினைக்கலங்களில் நிலவும் வெப்பநிலை, அழுத்தம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்ததாகும். சில அமைப்புகளில் இவ்வளிமக் கலவை நில வளிமத்திற்கு மாற்றாகப் பயன்படுகிறது. இதன் கலோரி மதிப்பீடு 30கி.ஜூல்/மீ.^{3} மின்னாற்றல் தயாரிப்பின் 4.5கி.ஜூல்/மீ^{3} என்னும் தாழ் வெப்ப மதிப்பீட்டு நிலையில் நிலவளிமத்தைத் தயாரித்து, அதனை எரித்து, அதன் மூலம் ஒரு வளிமச் சுழலியை இயக்கி, மின்னாற்றலை உருவாக்கும் முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. நிலவளிமத்திலிருந்தும், பெட்ரோலியத்திலிருந்தும், நீராவித் திருத்தமுறையிலிருந்தும் பெரிய அளவில் தயாரிக்க முடிந்தது.

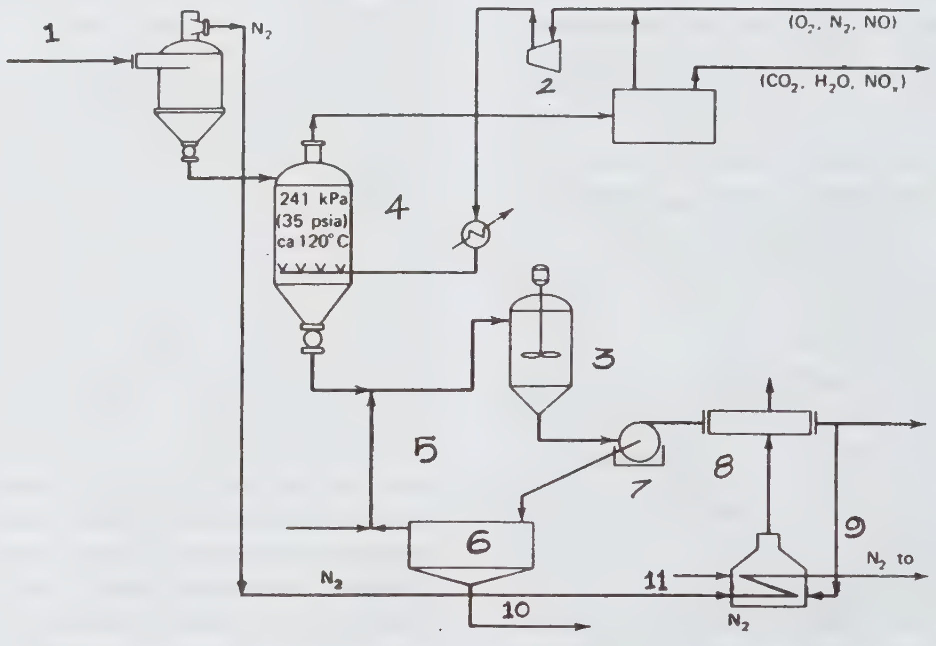
நிலக்கரி வளிமமாக்கலின் வெப்பவியக்கவியல். அடிப்படை வேதியியல் நோக்கில் நிலக்கரி தூய கார்பனாகக் கருதப்பட வேண்டும். மேற்கூறிய வினைகளுள் $C + 2H_2 \longrightarrow CH_4$ என்னும் வினை, வெப்ப உமிழ்வினை மட்டுமன்றி எதிர்க் குறியீடு கொண்ட மிக உயர்ந்த கட்டில்லா ஆற்றல் மாற்றத்தைக் கொண்டது. எனவே, இது தன்னிச்சையாக நிகழவல்ல வினையாகும். எனினும் அறை வெப்பநிலையில் இவ்வினையின் விரைவு குறைவு. வினையூக்கியைப் பயன்படுத்தினாலன்றிக் கணிசமான அளவு மெத்தேன் விளையாது. இதனை விரைவுபடுத்தும் நோக்கத்துடன் வெப்பநிலையை 1040°Cக்கு உயர்த்துதல் வழக்கம். இவ்வினையின் வினைப்படு பொருள்களுள் ஒன்றான ஹைட்ரஜன் மலிந்து கிடைக்கும் நீரிலிருந்து பெறப்படுகிறது. நீரை நேரடியாக ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜனாகச் சிதைத்தல் ஆற்றல் செலவுமிக்க வழிமுறையாதலால் $C+H_2O \longrightarrow CO + H_2$ என்னும் வினை வாயிலாக ஹைட்ரஜனைப் பெற்ற பின்பு அதனை CO உடனும் CO_2 உடனும் வினைப்படுத்தி மெத்தேனாக மாற்றலாம். நிலக்கரியை நீராவியுடன் பிளாஸ்மா சுடரைக் கொண்டு இணைத்து நேரடியாக மெத்தேனை உருவாக்க இயலும் என்று ஆராய்ச்சியில் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. நிலக்கரி-நீராவி வினைக்குத் தேவைப்படும் வெப்பத்தை உருவாக்குவதிலும், வளிமமாக்கும் கலனில் திண்மப் பொருள்களைக் கையாளுவதிலும் பல்வேறு உத்திகள் கையாளப்பட்டுள்ளன. வெப்பத்தை உருவாக்குதற்குக் கரியைப் பகுதி எரிதலுக்குட்படுத்துதல், கட்டிகளாக்கப்பட்ட சாம்பல், களிமண் உருண்டைகள் போன்ற எரியாத பொருள்களால் வெப்பத்தை உள்ளே இட்டுச் செல்லுதல், உலோக ஆக்சைடுகளை CO_2 உடன் வினைப்படுத்துதல், அணுக்கரு உலையிலிருந்து வீணாகும் வெப்பத்தைக்

கொணருதல், தன் கரியடைப் படுகையின் மீது மின்முனைகளைப் பொருத்தி, மின்னாற்றலைச் செலுத்துதல் எனப் பல உத்திகள் ஆராயப்பட்டுள்ளன.

நிலக்கரியைத் தேவைப்படும் வளிம, நீர்ம எரிபொருள்களாக மாற்றுவதற்கு நான்கு அடிப்படை உத்திகள் உள்ளன. (1) கச்சா நிலக்கரியில் கார்பன்-ஹைட்ரஜன் விகிதம் ஒன்றுக்கு மேற்பட்டு உள்ளது. இதனை 0.66 முதல் 0.5 வரை குறைத்தால் நீர்ம எரிபொருள்கள் கிட்டும். இதனை வெப்பச் சிதைவு (pyrolysis) வாயிலாக நிகழ்த்தலாம். (2) ஹைட்ரஜன் சேர்த்து நீர்மமாக்கல் (hydroliquefaction) (3) தொகுப்பு முறையில் ஹைட்ரோகார்பன்களைத் தயாரித்தல் (4) நிலத்தடி வளிமமாக்கல் (underground gasification).

பட்டில் யூனியன் கார்பைடு (Battelle-Union Carbide) வழிமுறை. திரண்ட நிலைப் படுகை (agglomerating bed) வழிமுறை எனப்படும் இம்முறையில் வினைக்கலனின் அடிப்பகுதியில் நிலக்கரி புகுத்தப்படுகிறது. சற்று மேலே, கலனின் நடுப்பகுதியில் முன்பே சூடுபடுத்தப்பட்ட நிலக்கரிச் சாம்பல் சொரியப்படுகிறது. சாம்பலின் வெப்பம் நிலக்கரிப்படுகைக்கு மாற்றப்பட்டு வளிமமாக்கல் தொடங்கப்படுகிறது. வளிமம் வினைக்கலனின் கூரை வழியே எடுக்கப்படுகிறது. சாம்பல் மறு சுழற்சிக்குட் படுத்தப்படுகிறது.

இரு வளிம (bi-gas) வழிமுறை. ஹைட்ரஜன் வளிமக் கலவை வளிம ஓட்டத்தில் நிலக்கரியும், நீராவியும் புகுத்தப்படுகின்றன. வினைக்கலத்தின் அடிப்பகுதியில் கரியடையை ஆக்சிஜனுடனும் நீராவியுடனும் ஏறத்தாழ 1370°C வெப்பநிலைக்குச் சூடுபடுத்துவதால் ஹைட்ரஜன் பெறப்படுகிறது. வினைக்கலத்தின் மேற்பகுதியில் தூசு நிலையிலுள்ள நிலக்கரி 980°C-இல் நேரடியாக மெத்தேனாக மாற்றப்படுகிறது



1. பொடியாக்கப்பட்ட நிலக்கரி 2. அமுக்கி 3. வடித்தெடுப்பான் 4. வினைக்கலன் 5. எரிகாரம் மீளள் 6. கெட்டியாக்கி 7. வடிகட்டி 8. நிலக்கரி உலர்த்தி 9. நிலக்கரி 10. ஜிப்சம் 11. காற்று

நைட்ரஜன் டைஆக்சைடு ஆக்சிஜனேற்ற வழி தூய்மையாக்கல்

கோகாஸ் (cogas) முறை. குறைந்த அழுத்த வரம்பில் நிலக்கரி வெப்பச் சிதைவுக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. நிலக்கரி நீராவி வினைக்குத் தேவைப்படும் வெப்பம் கரியடையை நீராவியுடன் வினைப்படுத்திப் பெறப்படுகிறது.

ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட தொகுப்பு வளிம முறை. (consolidated synthesis gas process). கார்பன் டைஆக்சைடு ஏற்பு முறை எனவும் குறிக்கப்படும் இம்முறையில் சுட்ட சுண்ணாம்பு அல்லது வறுக்கப்பட்ட டாலமைட் வளிமமாக்க முறையில் தோன்றும் CO_2 உடன் வினையுறுத்தப்படுகிறது. இதன் வாயிலாக நிலக்கரி நீராவி வினைக்குத் தேவையான வெப்பம் எளிதில் கிடைப்பதுடன், இவ்வாறு கார்பன் டைஆக்சைடு அகற்றுதல் நீர் வளிம மாற்று வினையையும் மெத்தேன் உருவாதலையும் உயர்த்துகிறது. இவ்விரண்டு வினைகளுமே வெப்ப உமிழ்வினைகள் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இவ்விளைவுகளின் சேர்க்கையினால் ஆக்சிஜன் செலுத்தப்படாமலேயே வளிமமாக்கலை நிகழ்த்துவது எளிதாகிறது. கழிவுநிலைக் கால்சியம் கார்போனேட் தனியொரு கலத்தில் வறுக்கப்பட்டு மீண்டும் சுட்ட சுண்ணாம்பாக்கப்படுகிறது. இதற்குத் தேவைப்படும் வெப்பம் கரியடை-காற்று வினை மூலம் கிட்டும். வினை நிகழ்த்தும் சூழ்நிலைகள்; 870°C - 300 Psi ஆகும். வினையூக்கமற்ற நிலக்கரி-நீராவி வினை புகைமிகு நிலக்கரி வகையில் மிகவும் மெதுவாக நடப்பதால் இவ்வகை நிலக்கரிகளுக்கு இம்முறை பொருந்தாது.

ஹைட்ரஜன் முறை (hydrane). தூய நிலையிலுள்ள ஹைட்ரஜன் வளிமத்தை நகரும் நிலக்கரிப் படுகைமீது செலுத்தி, சம அளவில் மெத்தேனையும் ஹைட்ரஜனையும் கொண்ட இடைநிலை வளிம நிலைமையொன்று உருவாக்கப் படுகிறது. நீர்த்த நிலையிலுள்ள இந்த நிலைமையினுள் தூள் நிலை நிலக்கரி புகுத்தப்பட்டு வினை நிகழ்த்தப் படுகிறது. மெத்தேன் 60% செறிவேற்றம் செய்யப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இங்குக் கார்பன் - ஹைட்ரஜன் வினை நேரடியாக நிகழ்கிறது.

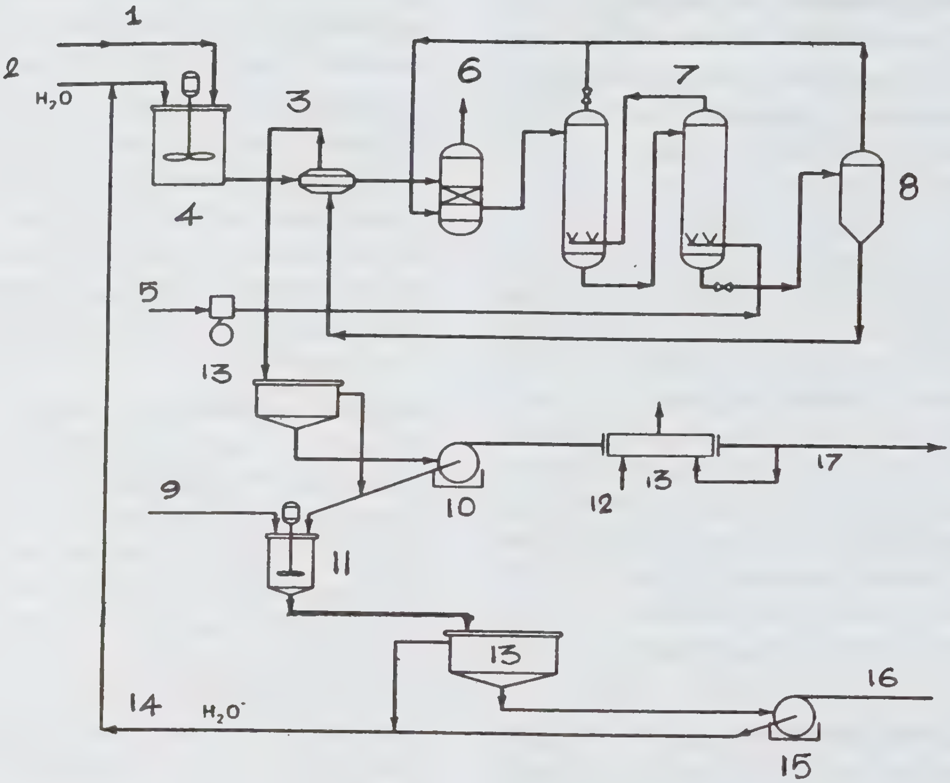
ஹைகேஸ் (hygas) முறை. கரித்தாரில் கிடைக்கும் லேசான எண்ணெயுடன் நிலக்கரியைக் குழம்பாக்கி உயர் அழுத்தத்தில் நகரும் நிலக்கரிப் படுகையின் மீது செலுத்தப்படும். எண்ணெய் பிரித்தெடுக்கப்பட்டு நிலக்கரி கீழ்நோக்கி நகர்ந்து ஹைட்ரோ வளிமமாக்கலுக்கு (hydrogasification) இரு கட்டங்களில் உட்படுத்தப்படுகிறது. முதல் கட்டத்தில் உயர் நிலக்கரி 650-705°C வரம்புக்கு எளிதில் உயர்த்தப்படுகிறது. இதற்கான வெப்பம் வினைக்கலனிலுள்ள வளிமங்களிலிருந்தும் கரியடையிலிருந்தும் கிடைக்கும். நிலக்கரியிலுள்ள நிலைத்த கார்பனும் எளிதில் ஆவியாகும் பொருளும், ஒரு சில நொடிகளில் மெத்தேனாக மாற்றப்படும். எஞ்சிய திண்மங்கள் கீழ் இறங்கி இரண்டாம் கட்டத்தை அடைகின்றன. இங்கு 980°Cஇல் அடர்ந்த வளிம நிலைமையில் ஹைட்ரஜனும் கார்பன் மோனாக்சைடும் உருவாகின்றன. கீழிருந்து மேலே செல்லும் வளிமக் கலவையின் வெப்பம் நிலக்கரிக்கு மாற்றப்படுகிறது.

லூர்கி முறை. தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரி வினைக் கலத்தின் மேலிருந்து கீழே இறங்கி வரும்போது ஆக்சிஜன்-நீராவிக் கலவையைச் சந்திக்கிறது. விளையும் சாம்பல் பெரும் கட்டிகளாக மாறாமல் பாதுகாப்பதற்கும், எரியும் அமைப்பு மீச்சூடு அடையாமல் இருப்பதற்கும் நீராவி உதவுகிறது. இங்கு உருவாகும் ஹைட்ரஜன் அழுத்தமிகுதியில் கார்பனுடன் இணைந்து மெத்தேனாகிறது.

சிந்தேன் (Synthane) முறை. நகரும் படுகை நிலக்கரியை வளிமமாக்கி மெத்தேனாக மாற்றும் இம்முறையின் சிறப்பு இயல்பு, கட்டிகளாகக்கூடிய நிலக்கரிகளையும் நேரடியாகப் பயன்படுத்த இயலும் என்பதாகும். இவ்வகை நிலக்கரிகளை வளிமமாக்குவதற்கு மூன்று கட்டங்கள் உள்ளன. நிலக்கரி வளிம ஆக்கியை நோக்கிக் கீழே விழும்போதே ஆக்சிஜனுடனும், நீராவி அல்லது CO_2 உடனும் கலக்கப்பட்டு முன் திருத்தத்திற்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. பின்பு கரிச் செறிவேற்றம் செய்யப்பட்டு, இறுதியாக வளிம ஆக்கத்திற்குட்படுத்தப் படுகிறது. சாம்பல் அடிப்பகுதியிலிருந்து அகற்றப் படுகிறது.

நிலத்தடி நிலக்கரி வளிம ஆக்கம். நிலக்கரியை வெளியே எடுத்து வளிம ஆக்கத்திற்குப்படுத்துவதற்குப் பதிலாக நிலக்கரிச் சுரங்கங்களிலேயே வளிமமாக மாற்றுவதற்கான ஆய்வுகள் 1971இல் மேற்கொள்ளப்பட்டன. எனினும், இன்றும் இவ்வுத்தி ஆய்வு நிலையன்றி வழக்கு நிலையை அடையவில்லை. நிலத்தடி நிலக்கரி வளிம ஆக்கத்தின் கூடுதல் நன்மைகளாவன பொருளாதார நன்மை, சுரங்கங்களிலிருந்து வெளிக்கொணர இயலாத நிலக்கரிப் படிவங்களைப் பயன்படுத்த முடிதல், சூழ்வெளித் தூய்மைக் கேடு குறைவாக விளைதல்.

தொகுப்பு எரிபொருள்கள் (synfuels). பெட்ரோலியமும் நிலவளமும் புவியின் பரப்பில் மலிந்தும் பரந்தும் காணப்படும் வரை நிலக்கரியிலிருந்து நீர், வளிம எரிபொருளைத் தொகுக்கும் கருத்துக்கு ஆதரவு இராது.

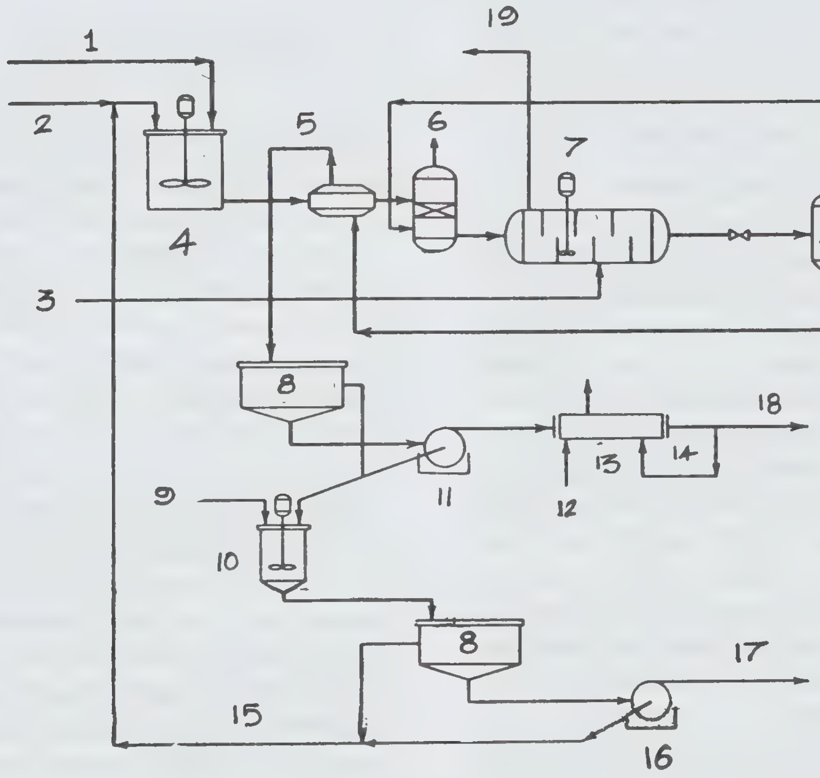


1. பொடியாக்கப்பட்ட நிலக்கரி 2. நீர் 3. வெப்ப மாற்றி 4. கலக்கும் தொட்டி 5. காற்று அமுக்கி 6. காற்று வெளியேற்றம் 7. வினைக் கலன்கள் 8. தெறிப்புக் கலன் 9. சுண்ணாம்பு 10. வடிகட்டி 11. சுண்ணாம்பு கலக்கும் தொட்டி 12. காற்று 13. நிலக்கரி உலர்த்தி 14. நிலக்கரி 13. கெட்டியாக்கி 14. நீர் மீள் சுழற்சி 15. வடிகட்டி 16. ஜிப்சம் 17. தூய நிலக்கரி

நிலக்கரியை ஆக்சிஜனேற்றலின் வழி கந்தகநீக்கம் செய்தல்

எனினும், தொகுப்பு வளிம எரிமங்கள் 19ஆம் நூற்றாண்டு முதலே பயன்படுத்தப்பட்டு வந்துள்ளன. சில தீவிர சூழ்நிலைகளின் காரணமாகத் தென் ஆஃப்ரிக்காவில் நிலக்கரியை வளிமமாக்கும் உத்தியில் மற்றெந்த நாட்டையும்விட மிகுந்த அக்கறை காணப்பட்டது. இரண்டாம் உலகப்போர் தோன்றிடாதிருப்பின், இன்று தென் ஆஃப்பிரிக்காவில் நிலக்கரியை எண்ணெயாக்கும் உத்தி செலவினம் குறைந்ததாக ஆகியிருக்கும்.

ஆங்கிலோ வால் என்னும் நிறுவனம் இவ்வுத்தியைத் தொடங்க, பின்பு தென்ஆஃப்ரிக்க அரசு இதனைச் செம்மைப்படுத்துவதில் கவனம் செலுத்தியதன் விளைவாக ஜோஹனஸ் பர்க் நகரத்திற்கு 80கி.மீ. தெற்கே வால் ஆற்றங்கரையில் பெரியதொரு தொழிற்சாலை நிறுவப்பட்டது. சசால் (South African Coal, Oil and Gas Corporation Ltd.,) நிறுவனம் ஃபீஷர் ட்ராப்ஸ்க் (Fischer-Tropsch) முறையை நெறிப்படுத்திப்



1. பொடியாக்கப்பட்ட நிலக்கரி 2. நீர் 3. ஆக்சிஜன் 4. கலக்கி 5. வெப்ப மாற்றி 6. வளிம வெளியேற்றம் 7. வினைக்கலன் 8. கெட்டியாக்கி 9. சுண்ணாம்பு 10. சுண்ணாம்பு கலக்கல் 11. வடிகட்டி 12. காற்று 13. நிலக்கரி உலர்த்தல் 14. நிலக்கரி 15. நீர் மீளல் 16. வடிகட்டி 17. ஜிப்சம் 18. தூய நிலக்கரி 19. ஆக்சிஜன் மீட்சி 20. தெறிப்புக்கலன்

பயன்படுத்தியது; பின்பு லூர்கி முறைக்கு மாறியது.

1975 இல் சசால் முறை விரிவுபடுத்தப் பட்டு சசால் II என்னும் பெரிய அமைப்பு தோற்றுவிக்கப்பட்டது. மலைபோல் நிலக்கரி குவித்து வைக்கப்பட்டுச் சுரங்கங்களிலிருந்து நிலக்கரி வரவு குறையும் நேரங்களிலும் இடைவிடாது செயல்முறை நிகழ்த்தப்படுவதற்கு வசதி செய்யப்பட்டுள்ளது. தென்ஆஃபிரிக்க நிலக்கரியில் சாம்பல் அடக்கம் (ash content) 25% க்கும் மேலாக உள்ளமையால் சாம்பலைக் கையாளுவது, அகற்றுவது அதன்மீதான வெப்பத்தை மறு சுழற்சிக்குட்படுத்துவது போன்று பல துணைநிலைச் செயல்முறைகள் நிறுவப்பட்டன. மெத்தேன் செறிந்த வளிமம் உடன் விளைபொருளாகக் கிடைக்கிறது.

நிலக்கரி கார்பன் செறிவேற்றம். நிலக்கரி மாற்றுவகைப்படுத்தும் முறைகளுள் கரிச்செறிவேற்றம் முதன்மையானதாகும்.தொழில்நுட்ப நோக்குமட்டுமன்றிப் பொருளாதார நோக்கும் இங்குக் கருத்திற் கொள்ளப்பட வேண்டும். சாம்பல் அடக்கம் மிகுதியாகவுள்ள நிலக்கரி கரியாக்கத்திற்கு ஏற்றதன்று. சூடேற்றப்படுகையில் நிலக்கரி இளகு திறனைப் பொறுத்துக் கரியாக்க முறையும் அதற்கான வாலையும் அறுதியிடப்படுகின்றன. பொதுவாக 15-35% எளிதில் ஆவியாகும் பொருள் அடங்கியுள்ள நிலக்கரிகள் உலோகப் பிரிப்புக்கு ஏற்ற கல்கரித் தயாரிப்புக்கும், 30-45% எளிதில் ஆவியாகும் பொருள் கொண்டுள்ள நிலக்கரிகள் எரி வளிமத் தயாரிப்புக்கும் மூலப்பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. எளிதில் ஆவியாகும் பொருளடக்கம் மிக உயர்ந்தோ, மிகக் குறைந்தோ காணப்பட்டால் அந்நிலக்கரி திடமான நிலக்கரியைத் தருவதில்லை.

கரியாக்கம் செய்வதற்கு முன்பாக நிலக்கரியைப் பிற பொருள்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்க வேண்டும். அடர்த்தி வேறுபாடுகளின் அடிப்படையில் இப்பிரிவு நிகழ்த்தப் படுகிறது. நிலக்கரியின் சராசரி அடர்த்தி 1.3 - 1.6 வரம்பிலும் பிற மாசுப்பொருள்களின் அடர்த்தி 1.8 - 2.4 வரம்பிலும் அமைந்துள்ளன. நிலக்கரிப் படுகையின் அடியிலிருந்து மேல்நோக்கி ஒரு தாரையாகச் செலுத்தப்படுகிறது. மேலும் இந்நீரைக் குறுக்குவதால் சிறுதுகள்கள் மிதப்பது எளிதாகிறது. நுரை மிதப்பு முறை வாயிலாகவும் இதனைச் செய்யலாம். கரியாக்கத்திற்கு ஏற்ற அழுத்தம் 10கிலோ பாஸ்கல் (1.5 Psi) என ஆய்வுகளின் வாயிலாக அறியப்பட்டுள்ளது. கரியாக்கத்தின் அடிப்படை வினை வெப்பச்சிதைவு (pyrolysis) ஆகும். இதன் பொதுவான விளைவுகளை அட்டவணையில் காணலாம்.

பலவகைப்பட்ட நிலக்கரியின் பண்புகள் மாற்றங்களுக்குட்படுகின்றன. அனல்மிகு நிலக்கரி (anthracite) இளகுவதில்லை. சிறிதே வளிமத்தை வெளிவிடுகிறது. கரிச்செறிவு குறைந்த நிலக்கரிகள் CO_2 உள்ளிட்ட வளிமங்களையும், நீரையும், வலிமை குறைந்த கல்கரியையும் தருகின்றன. நடுத்தர நிலக்கரிகள் வலிவுமிக்க கல்கரிகளை ஈயவல்லவை. பொதுவாக எளிதில் ஆவியாகும் நிலக்கரியை எளிதில் ஆவியாகாத நிலக்கரியுடன் 60:40 என்னும் விகிதத்தில் கலப்பது வழக்கம்.

700°C-ஐ உச்ச வெப்பநிலை உரம்பாகக் கொண்டு வெப்பச் சிதைவு நிகழ்த்தினால் அதற்குக் குறைவெப்பநிலைக் கரியாக்கம் (low temperature carbonisation) எனப் பெயர். இதில் விளைவாகும் கல்கரி வலிமை குறைந்தது. உயர்வெப்பநிலைக் கரியாக்கத்துடன் ஒப்பிடுகையில் இம்முறையில் எண்ணெயும் தாரும், மலிந்தும், வளிமம் குறைந்தும் வெளிப்படுகின்றன. 1920-1940வரை நிலக்கரித் தாருக்குத் தேவை மிகுதியாக இருந்தமையால் குறை வெப்பநிலைக் கரியாக்கம் பெரிய அளவில் செயல்படுத்தப்பட்டது. 1946இல் பின்பு குறைவெப்ப நிலைக் கரியாக்கம் புகையற்ற வீட்டுக் கல்கரித் தயாரிப்புக்கு மட்டுமே பயன்படலாயிற்று.

குறை வெப்பநிலைக் கரியாக்கத்திற்கு நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட உத்திகள் உருவாக்கப்பட்டன என்றாலும், ஒரு சில மட்டுமே வெற்றிகரமாகச் செயல்படுத்தப்பட்டுள்ளன. சில எடுத்துக்காட்டுகள்: (1) உள்ளீடாகச் சூடுபடுத்தப்படும் வாலைகளில் பெருங்கட்டிகளைச் (briquette's) சூடுபடுத்துதல் (2) வெளியிலிருந்து சூடுபடுத்தப்படும் குழாய்களில் நிலக்கரி சூடாக்கப்பட்டுக் கல்கரி புறந்தள்ளப்படுகிறது. (3) கட்டியாகவல்ல நிலக்கரிச் சுழல் காளவாயில் சூடேற்றப்பட்டு, நெகிழ்வுற்ற கரியடை ஒருங்கிணைந்து கல்கரிக் கட்டிகளாக மாற்றப்படுகிறது. (4) சிறு நிலக்கரித் துண்டுகள் பாய்ம நிலைப் படுகை வடிவில் சூடுபடுத்தப்பட்டு, விளைவாகும் புகையற்ற கரியடை சூடாகவும், நெகிழ்வாகவும் இருக்கையிலேயே அழுத்தத்தினால் கெட்டியாக்கப்படுகிறது. (5) எளிதில் ஆவியாகாத நிலக்கரித்தாருடன் சிறு கட்டிகளாக வடிவமைக்கப்பட்டு, கரியாக்கம் செய்யப்படுகிறது.

உயர் வெப்பநிலைக் கரியாக்கத்தில் வெப்பநிலை வரம்பு 900-1200°C ஆகும். இவ்வரம்பின் கீழ்ப்பகுதியில் கரிவளிமம் முதன்மை விளைபொருளாகவும் (by product) கிடைக்கும். வெப்பநிலை வரம்பின் மேல் பகுதியில் உலோகவியல் கல்கரி முதன்மை விளைபொருளாகவும், கரிவளிமம் விளைபொருளாகவும் கிடைக்கின்றன.

அட்டவணை

வெப்பநிலை (°C)	மாற்றங்கள்	வெப்பநிலை (°C)	மாற்றங்கள்
> 100	நீர் ஆவியாதல்	450-550	சிதைவு தொடர்ந்து, திண்ம எச்சம் தோன்றுதல்.
>200	இணைந்த நீரும் Co_2 உம் வெளியாதல்	>550	கல்கரி உருவாதல்; வளிமம் மட்டுமே வெளிப்படுகிறது.
>350	புகைமிகு நிலக்கரி இளகி, ஓரளவு உருகுகிறது. சிதைவு தொடங்குகிறது. தாரும் வளிமமும் வெளிவருகின்றன.	சுமார் 900	வளிம வெளியேற்றம் நின்றுவிடுகிறது; கல்கரி மட்டுமே எஞ்சி நிற்கிறது.
400-500	தாரில் பெரும்பகுதி வெளிவருகிறது.	>900	சிறு இயற்பியல் மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன.

இம்முறை செயல்திறன் மிக்கதாக இருப்பதற்கும் வணிக நோக்கில் பயனுள்ளதாக இருப்பதற்கும் (1) 900°Cக்கு உயர்வெப்பநிலைகளில் நிலக்கரியினுள் மிக உயர்ந்த அளவு வெப்பத்தைச் செலுத்த வேண்டும். (2) கரியாக்கம் நிகழும் கலத்திலிருந்து கல்கரியை விரைவாக அகற்ற வேண்டும் (3) சூழ்வெளித் தூய்மை கெடாமலும் பணியாளர்களின் பாதுகாப்பு கெடாமலும் இருத்தல் தேவை (4) இயன்றவரை பெரிய அளவிலும் குறைந்த செலவிலும் நிகழ்த்த வேண்டும்.

உலோகவியல் கல்கரியும் அடுப்புகளும். 18ஆம் நூற்றாண்டில் இங்கிலாந்தில் டுர்ஹம் எனுமிடத்தில் தேன்கூடு அடுப்புகள் (beehive ovens) (இதற்கு முன்பு மரத்தைக் கரியாக்கப் பயன்படுத்தப்பட்டவை) கல்கரித் தயாரிப்புக்குப் பயன்படுத்தப்படலாயின. அரைவட்ட உலைகளான இவற்றில் நிலக்கரி அடுக்கின் தடிமன் 750மி.மீ. ஆகும். மேலெழும்பும் தாரும் வளிமமும் உலையின் கூரைப் பகுதியில் எரிந்து, இதனால் வெளியாகும் வெப்பம் நிலக்கரியின் மீது எதிரொளிக்கப்படும். இச்செயல் நிகழ்ந்து முடிவதற்கு மூன்று நாள்கள் ஆகும். இவ்வடுப்புகள் சிறியனவாகவும் வழிமுறைக்குத் தேவைப்படும் மனித உழைப்பு கூடுதலாகவும், சூழ்வெளித் தூய்மைக்கேடு கூடுதலாகவும் உள்ளமையால் இம்முறை 1954இல் வழக்கொழிந்தது. எனினும், கல்கரித் தேவை ஏற்படும் நேரத்தில் இது ஓர் எளிய துணை முறையாகப் பயன்பட்டு வந்துள்ளது.

1850-60ஆம் ஆண்டுவாக்கில் பெல்ஜியத்தில் தொடங்கப்பட்ட, பக்கவாட்டில் சூடுபடுத்தப்பட்ட வடிவப் பொத்தல் (slot) அடுப்புகள் கல்கரியுடன் உடன் விளைபொருள்களைச் செவ்வனே பிரித்தெடுக்கும் வகையில் அமைந்தன. நல்ல தீக்களி மண்ணால் கட்டப்பட்ட ஒவ்வோர் அடுப்பும் ஏறத்தாழ 4 மெட்ரிக் டன் நிலக்கரிக் கொள்ளளவு கொண்டிருந்தது. மெல்ல மெல்ல உயர் வெப்பநிலைகளில் விரைவாகக் கரியேற்றமாக்கும் அடுப்புகள் தயாரிக்கப்பட்டன. அடுப்புச் சுவர்களுக்கு இடைப்பட்ட புகைபோக்கிகளில் எரிவளிமங்களான உற்பத்தி வளிமம், ஊதுவலை வளிமம் ஆகியன எரிக்கப்பட்டன. நவீன கல்கரி அடுப்புகள் 15.5மீ. நீளம், 0.46மீ அகலம், 6.5மீ உயரம் கொண்டவை. ஒவ்வோர் அடுப்பும் 33 மெட்ரிக் டன் நிலக்கரியை உள்ளடக்கவல்லது. கரிச்செறிவற்ற நேரம் (நிலக்கரியை உள்ளிடுவதற்கும் கல்கரியை வெளியேற்றுவதற்கும் இடைப்பட்ட கால அளவு) 15மணிகளாகும். வரிசைக்கு 100 அடுப்புகளாகப் பல வரிசைகள் ஒழுங்குபடுத்தப் படுகின்றன. அமெரிக்காவில் இயக்கப்படும் உலக அளவிலேயே பெரிய கல்கரித் தயாரிப்பு அமைப்புகள் ஆண்டொன்றுக்கு 5-10 மில்லியன் மெட்ரிக் டன் நிலக்கரியைக் கல்கரியாக்குகின்றன. கல்கரித் தயாரிப்பு நிலையத்தின் பல்வேறு பகுதிகள் படம் 1இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. மனித உழைப்பைச் சிக்கனமாக்கும் வகையில் நவீன கல்கரித் தயாரிப்பு நிலையங்கள் எந்திர மயமாக்கப்பட்டுள்ளன. பெரிய எந்திரங்கள் ஒவ்வோர் அடுப்பிலும் நிலக்கரியைப் புகுத்துகின்றன; அடுப்பின் பக்கவாட்டில் கல்கரியைப் புறந்தள்ளுகின்றன. செஞ்சூட்டு நிலையிலுள்ள கல்கரியை நீரில் தள்ளிக் குளிர்விக்கின்றன. சில நிலையங்களில் நீருக்குப் பதிலாக மந்த வளிமம் குளிர்விப்பானாகப் பயன்படுகிறது.

முன்பு, கல்கரித் தயாரிப்புக்கு ஒரே வகை நிலக்கரியைப் பயன்படுத்தி வந்தனர்; தற்போது பலவகை நிலக்கரிகளின் சமச்சீரான கலவையே பயன்படுத்தப்படுகிறது. அடுப்புகளிலிருந்து வெளிவருவதற்கு முன்பு கல்கரி சுருங்கி, சுருங்கி விரிசல் காண்கிறது. இதனால் வெளிவந்த நிலையில் சில துகள்கள் 200 மி.மீ. நீளம் பெற்றுள்ளன.

கரியாக்க அமைப்பில் செலவினம் மிகுந்ததும் முதன்மையானதுமான பகுதி உடன் விளைபொருள் சேகரப் பகுதியாகும். தார் கலந்த வளிமங்கள் சேகரிக்கப் பட்டுக் குளிர்விக்கப்படுகின்றன. பிரிந்து வரும் தார் மேலும் தூயதாக்கப்படுகிறது. கல்கரி அடுப்பு வளிமத்திலிருந்து அம்மோனியாவும் பின்பு பென்சாலும் அகற்றப்பட்டு, கல்கரி அடுப்புகளை வெப்பப்படுத்துவதற்கு மீண்டும் மறு சுழற்சியாகிறது.

கட்டிக்கரி தயாரித்தல். சிறு கல்கரித் துண்டுகளை ஓர் ஒட்டிவிப்பியின் சேர்க்கையினால் பெரிய கட்டிகளாக்கி அழுத்தி இறுக்கலாம் அல்லது பழுப்பு நிலக்கரியாக இருந்தால் பிழிந்து வார்த்தல் வாயிலாகத் தக்க வடிவங்களை உருவாக்கலாம். இக்கட்டிகள் கரிச் செறிவேற்றம் செய்யப்பட்டு விற்கப்படுகின்றன. இத்துறையில் தார், கீல், ஸ்டார்ச், தொகுப்பு வழிப் பிசின், சல்ஃபைட் எரிகாரம் (sulphite lye) ஆகியன ஒட்டுவிப்பிகளாகப் பயனாகின்றன.

நிலக்கரியிலிருந்து பயன்மிக்க வேதிப்பொருள்களைப் பெறுதல். கார்பனையும் ஹைட்ரஜனையும் முதன்மையாகவும், ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், கந்தகம் ஆகியவற்றைக் குறைந்த அளவிலும் பெற்ற சிக்கலான வேதிக் கட்டமைப்பைக் கொண்ட பொருளே நிலக்கரியாகும். நீராவி ஆக்சிஜன் கலவையுடனோ, ஹைட்ரஜனுடனோ வினைப்படுத்தி இதனைச் சிதைத்து எளிய அமைப்புடைய சேர்மங்களைப் பெறலாம். ஆனால், இவற்றிலிருந்து தேவைப்படும் வேதிப்பொருள்களை மீண்டும் தயாரித்தல் செலவினம் மிக்கதாகும். எனவே, நிலக்கரியைப் பகுதிச் சிதைவுக்கு உட்படுத்துதல் சிறந்த உத்தியாகக் கருதப்படுகிறது. நைட்ரிக் அமிலத்துடனோ, எரிகாரத்துடனோ வினைப்படுத்துதல் இதிலடங்கும். கரியடக்கம் குறைந்த நிலக்கரிகளில் இது ஹியூமிக் அமிலங்களைத் தருகிறது. நிலக்கரியை அம்மோனியாவுடன் வினைப்படுத்தி 16% நைட்ரஜன் கொண்ட உரப்பொருள் ஒன்றைத் தயாரிக்கலாம். வினையூக்கிகளின் முன்னிலையில் ஃபீனாலுடன் வினையுற்று, நிலக்கரியைக் கரிமக் கரைப்பான்களில் கரையவல்ல, நெகிழித் (plastic) தொழிலில் பயன்படுத்தவல்ல பொருளாக மாற்றலாம்.

பிறிதோர் அணுகுமுறையில் நிலக்கரியைக் கரைப்பான்களுடன் (டெட்ராலின், ஃபினாந்திரின், டெட்ராஹைட்ரோ குயினோலின்) 300°Cஇல் சில மணிநேரம் கொதிக்க வைத்துக் கரைக்கலாம். கசடை வடித்துப்பிரித்து, வடிநீர்மத்திலிருந்து கரைப்பானை ஆவியாக்கி அகற்றி நிலக்கரிச் சாறைத் திண்மவடிவில் பெறலாம். இந்நிலக்கரி கந்தகம் நீக்கப்பெற்றதாகவும், சாம்பலின்றி எரிவதாகவும் உள்ளது. இத்திண்மத்தை ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்து, கந்தகம் இடம்பெறக் கூடாத எரிபொருள்களைப் பயன்படுத்தும் மின்நிலையங்களில் எரிபொருளாக்கலாம். கிராஃபைட் மின்முனைகள் தயாரிப்புக்கும் இத்திண்மம் சிறந்ததாகும். இத்திண்மச் சாறைப் பாலிவினைல் குளோரைடு போன்ற எளிய பல்லுறுப்பிகளுடன் வினையுறுத்தி, கட்டிடத் துறையில் விலை மலிவான மூலப்பொருள்களை உருவாக்கலாம். சாம்பலையும், கரையாத நிலக்கரி எச்சத்தையும் அகற்றாத நிலையில் இத்திண்மத்தைச் சாலை அமைப்பதற்கான தாராகவும், நிலக்கரிக் கட்டிகளை இணைக்கும் ஒட்டுவிப்பியாகவும் பயன்படுத்தலாம். எனினும், கல்கரித் தயாரிப்புடன் ஒப்பிடுகையில் நிலக்கரியின் இவ்வகைப் பயன் முதன்மை குன்றியதாகவே இருக்கும்.

கந்தக நீக்கம். கந்தகம் இடம்பெறாத நிலக்கரி இயற்கையில் தோன்றுவதில்லை. கந்தகம் நிலக்கரியில் இடம்பெறுவதால் நிலக்கரி எரியும்போது கந்தக டை ஆக்சைடு வெளிவந்து சூழ்வெளியை மாசுபடுத்துகிறது. எனவே, கந்தக நீக்கம் நிலக்கரித் திருத்தத்தில் முதன்மை பெறுகிறது. நிலக்கரியில் கந்தகம் சல்ஃபேட்டாகவோ, பைரைட்டாகவோ, கரிம வடிவிலோ இருக்கும். சல்ஃபேட் வடிவில் ஜிப்சம் ($CaSO_4 . 2H_2O$), காப்பரஸ் ($FeSO_4 . 7H_2O$) அல்லது ஜாரோசைட் ($(Na,K) Fe_3(SO_4)_2 (OH)_6$) என 1%க்கும் குறைந்த வகைகளிலும் விரவி இருக்கும் (3%வரையில்). கரிமக் கந்தகம் (mercaptan) தயாலாகவோ, தயோஈதராகவோ, டைசல்ஃபைடாகவோ, தயோஃபீனாகவோ காணப்படும்.

கந்தக நீக்கத்தில் இயற்பிய மற்றும் வேதி முறைகள் என இருபெரும் பிரிவுகள் உள்ளன: (1) இயற்பியல் வகையில் புவிஈர்ப்பு, நுரைமிதப்பு, காந்த ஈர்ப்பு, மின் பரப்புக் கவர்ச்சி ஆகிய உத்திகளுள் ஒன்று பயன்படுகிறது. (2) வேதி வகையில் ஆக்சிஜனேற்ற வகைக் கரைத்துப் பிரித்தல் (oxidative leaching) நைட்ரஜன் டைஆக்சைடு கொண்டு ஆக்சிஜனேற்றம் செய்தல், ஃபெரிக் உப்புக்கொண்டு கழுவுதல், குளோரின் வழிப் பகுப்பு முறை, கார்போனைல் ஊக்கம் கொண்ட காந்தப்புலன் கழுவுதல் ஆகியன அடங்கும். வேதிமுறையை விட

இயற்பிய முறைகளே நடைமுறைக்கு ஒத்தவையாக அறியப்பட்டுள்ளன.

நீரியக் காந்த இயக்கம் (magnetohydro dynamics-MHD). நிலக்கரி மாற்றுவகைப்படுத்துதலுடன் நெருங்கிய தொடர்புடைய இச்செயல்முறை ஓர் ஆற்றல் மாற்ற முறையாகும். குறுக்குவாட்டில் காந்தப்புலம் நிறுவப்பட்ட ஒரு குழாயின் வழியாக மின்கடத்தும் பாய்மம் ஒன்றைச் (நீர்மம் அல்லது வளிமம்) செலுத்தி, அக்குழாயின் சுவரில் தக்க இடங்களில் மின்முனைகளைப் பொருத்தினால் இவ்வமைப்பிலிருந்து மின்னாற்றலைப் பெறலாம். இக்கொள்கை ஏறத்தாழ 150 ஆண்டுகளுக்கு முன்பாகவே மைக்கேல் ஃபாரடேயினால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட போதிலும் 20 ஆண்டுகளாகத்தான் பெரிய அளவில் செயல்வடிவம் கொடுக்கப்பட்டு வந்துள்ளது. இங்குப் பயன்படும் பாய்மம் நிலக்கரியையோ நிலக்கரி சார்ந்த எரிபொருளையோ எரித்தலால் பெறப்படலாம். MHD முறைக்குத் தகுதியான எரிமத்தின் காரணிகள் உயர் மின் கடத்துந்திறனும் உயர் சுடர்வெப்பநிலையுமாகும். மின் கடத்துந்திறனை உயர்த்துவதற்கு எரிமத்தில் ஹைட்ரஜன்-கார்பன் விகிதம் குறைவாக இருத்தல் தேவை. ஹைட்ரஜன் கூடுதலாக இடம்பெற்றால், அது கார உலோக அணுக்களிலுள்ள கட்டில்லா எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைக் குறைத்து விடுகிறது. உயர் வெப்பநிலையினை அடைவதற்குக் கரியடை, அனல்மிகு நிலக்கரி, கல்கரி ஆகியன சிறந்த MHD எரிபொருளாகும்.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நிலக்கரியாக்கம்

மரம் போன்ற பயிரினப் பொருள் மெல்ல மெல்ல நிலத்தடியில் நிலக்கரியாக மாறும் நிகழ்ச்சியே நிலக்கரியாக்கம் (coalification) எனப்படுகிறது. மேன்மேலும் விழுந்து கொண்டிருக்கும் படிவுகளின் எடைத்தாக்கத்தினாலும் ஆழத்தினால் தோன்றும் வெப்ப மேலீட்டினாலும், உள்ளூடுருவிய (intrusive) மற்றும் தள்ளல் (extensive) நீர்ப் பாறைகளின் தொடுகையினாலும், காட்டுத் தீயினாலும் மரம் செடி கொடிகள் கரியாக மாறுவதற்கு வாய்ப்புள்ளது. அழுத்த மேலீடு நிலக்கரியின் இயற்பியல் பண்புகளான கடினத்தன்மை, வலிவு, நுண்துளைமை திசையொவ்வாப் பண்பு ஆகியவற்றை அறுதியிடுகிறது. வெப்பநிலை மேலீட்டினால் ஆக்சிஜன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் அடக்கம் குறைந்து, கார்பன் அடக்கம் கூடுதலாதல், நிலைத்த கார்பன் விழுக்காடு உயருதல், எளிதில் ஆவியாகும் பொருள் குறைந்து போதல், எளிதில் ஆவியாகும் பொருள் அடக்கம் 20% ஐ எட்டும்போது வெப்ப மதிப்பீடு பெரும நிலைமை அடைதல் ஆகியவை நிகழும். தீப்பாறைத் தொடுகையால் கரியாக்கம் நிகழ்ந்திடின் அரிதாக இயற்கையிலேயே கல்கரி தோன்ற வாய்ப்புண்டு.

நிலக்கரியின் உண்மையான அடர்த்தி அதன் தரத்திற்கு (கார்பன் செறிவிற்கு) நேர்விகிதத் தொடர்புடையது. எக்சினைட்டுகள் அடர்த்தி குன்றியனவாகவும், மைக்ரினைட்டுகள் இடைப்பட்ட அடர்த்தி கொண்டனவாகவும் உள்ளன. நிலக்கரிகளுள் இருவகை நுண்துளை அமைப்புகள் உள்ளன. ஒருவகையில் சராசரி நுண்துளைக் குறுக்குவெட்டு அளவு (விட்டம்) 500A^0 ஆகவும், மற்றொன்றில் 5-15A^0 வரம்பாகவும் இருக்கும். இரண்டாவதாகக் கூறப்பட்ட நுண்துளைகளின் கொள்ளளவு குறைவாகவும் உள்ளீட்டுப் பரப்பளவு மிகுந்தும் (200 மீ^{2}/கி) இருக்கும். பெரிய முகப்புக்கொண்ட நுண்துளைகளின் உட்சுவர்ப் பரப்பளவு 1மீ^{2}/கி.க்கும் குறைவாகவே இருக்கும். கரியாக்கத்தின் தொடக்கக் கட்டங்களில் நிலக்கரி நிறைந்த அளவில் முனைவுகொண்ட தொகுதிகளையும், பரந்த விரிந்த பெருந்துளை அமைப்பையும் கொண்டிருக்கும். எனவே, ஈரத்தை உறிஞ்சும் திறன் கூடுதலாகவுள்ளது. கரியாக்கத்தின் இறுதிக் கட்டங்களில் ஒருபுது நுண்துளை அமைப்பு உருவாகிறது; இப்பரப்பு மெத்தேனை உறிஞ்சவல்லது.

நிலக்கரியின் கரிச்செறிவு உயர உயர, அதன் எதிரொளிப்புத் திறனும் உயருகிறது. குறை கடத்துந்திறன் உருவாகிறது. ஒற்றைப்படை எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்ட தனித்தியங்கு உறுப்புகள் (free radicals) மலிந்துள்ளமையால் பாரா காந்தப் பண்பு அமையப் பெற்றிருக்கும். 92% கார்பன் செறிவுற்ற நிலையில் 1000 கார்பன் அணுக்களுக்கு ஒரு தனித்தியங்கு உறுப்பு என்னும் விகிதம் நிலைக்கும்.

கரிச் செறிவுடன் கடினத்தன்மையும் உயர்ந்து, 84% கார்பன் என்னும் நிலையில் பெருமநிலை அடைந்து, பின்பு குறைந்து 90% கார்பன் நிலையில் சிறும நிலை அடைந்து மீண்டும் உயருகிறது. நிலக்கரியில் ஹைட்ரஜன்/கார்பன் விகிதத்தை ஆக்சிஜன்/கார்பன் விகிதத்துடன் வரைபடமாக்கினால் நிலக்கரியின் இயைபு பற்றிய சில உண்மைகள் வெளியாகும்.

சமமுறிவு நிலையில் விட்ரினைட்டுகளைவிட எக்சினைட்டுகள் ஹைட்ரஜன் செறிவு கூடியவையாகவும். மைக்ரினைட்டுகள் ஹைட்ரஜன் செறிவு குன்றியவையாகவும் உள்ளன. ஆக்சிஜன் செறிவைப் பொறுத்தவரை நிலை தலைகீழாகும். கார்பன் செறிவு உயர்ந்து ஆந்த்ரசைட் (92% கார்பன்) நிலை அடையும்போது, வேதி இயைபு நைந்த கரிகள் (macerals) யாவற்றிலும் சமமாகிவிடும். நிலக்கரி வகைகள் யாவற்றிலும் கரிமப் பொருள்கள் மலிந்திருக்கும். இவற்றுள் ஒரு பகுதி மட்கிய பயிரினங்களாகும். பிற பகுதி அண்டைச் சேர்க்கையாகவும் இருக்கும். பொதுவாகக் கனிமங்கள், சல்ஃபைடுகள், குளோரைடுகள் ஆகியனவே பெரும்பாலும் இடம்பெறுகின்றன. மில்லியனில் சில பங்கு என்னும் நுண்ணிய விகிதத்தில் இடம்பெறும் தனிமங்களுள் ஆர்செனிக், காரீயம் ஆகியன ஒவ்வொன்றும் ஏறத்தாழ 100ppmஉம் (மில்லியனில் 1 பங்கு) டைட்டேனியம் 700ppmஉம் உள்ளன. சிலவகை நிலக்கரிகளில் சாம்பலாக்கியபின் 9% ஜெர்மானியம் இருப்பது தெரிய வந்துள்ளது. சில தாழ் வகை நிலக்கரிகளில் 0.1% வரை யுரேனியம் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

நிலக்கரியாக்கம் உயிர் வேதிக் கட்டம் (biochemical stage) புவிவேதிக் கட்டம் (geochemical stage) என இரு கட்டங்களில் நிகழ்வதாக அறியப்பட்டுள்ளது. பயிரினத்தில் உயிர் வேதிச் சிதைவு பல்வேறு தாவரங்களின் வேதி எதிர்ப்பு தன்மையையும் அந்நிலப் பகுதியின் சதுப்புத் தன்மையையும் பொறுத்ததாகும். காற்றற்ற சூழ்நிலையில் நீரில் அமிழ்ந்திருக்கும் பயிர்கள் முழுமையாகச் சிதைவதில்லை.

நிலக்கரியாக்கம் தொடங்கும்போது அரோமாட்டிக் கொத்துகள் அரோமாட்டிக் வகையற்ற பாலங்களினால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. கரியாக்கம் தொடரத் தொடர அரோமாட்டிக் வளையங்கள் ஒன்றோடொன்று நெருங்கிவந்து கரியின் வலிவைக் கூட்டுகின்றன. நிலக்கரியாக்கத்தின் அடுத்த கட்டத்தில் X- கதிர் விளிம்பு வளைவு பாணியில் தோற்றமளிக்கும் நீர்ம மற்றும் கண்ணாடி நிலை அமைப்பு உருவாகும். கல்கரியை ஈயவல்ல நிலக்கரிக்கு இவ்வமைப்பு முதன்மையானது. இதன் பின்பு இவ்வமைப்பு இறுகி, கிடக்கைத் தளத்தின்மீது இணை இணையாகக் கரித்தகடுகள் படிகின்றன. நுண்ணிழைக்கு இடைப்பட்ட (interlamellar) துளைகள் நுண்துளை அமைப்புக்கு அடிப்படையாகின்றன. வளைய ஒடுக்கம், கொத்துகளின் பரிமாணம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தவரை கீழ்க்காணும் இறங்கு வரிசை தென்படுகிறது.

மைக்ரினைட்டுகள் > விட்ரினைட்டுகள் > எக்சினைட்டுகள். இவ்வடிவமைப்பின் அடிப்படையில் நிலக்கரியின் இயற்பிய, இயைபியப் பண்புகளை விளக்கலாம்.

மரங்களின் கிளைகளும், இலை, பட்டை, வித்து ஆகியவற்றின் எச்சங்களாக உருவாகும் கிளாரெய்னும் உரசல்வழி எச்சங்களும் (attritus) நிலக்கரியின் பளபளப்பான பகுதிகளாகும். காற்று நன்கு கிட்டும் சூழ்நிலைகளில் மங்கிய தோற்றம் கொண்ட டியூரென் எனும் கரி உருவாகிறது. இவ்வகைப்படுத்தலை அறிவியல் அடிப்படையில் நிறுவியவர் ஸ்டோப்ஸ் என்பாராவார்.

பெரும்பாலான நிலக்கரி வகைகளில் கண்ணுக்குப் புலப்படவல்ல பயிரின எச்சங்கள் இரா. பரந்து விரிந்த, தடித்த நிலக்கரிப் படுகைகள் உருவாதலை விளக்குவதற்கு நிலப்பெருங்குழிகை (geosycline) ஒரே சீராக அமிழ்வதில்லை. சில நாள்களில் மெல்ல அமிழ்தலும், சில நாள்களில் விரைவாக அமிழ்தலும் மாறி மாறி நிகழ்கின்றன. இக்கீழிறங்கும் விரைவு குறையும்போது பள்ளங்கள் பயிரினப் படிதலினால் நிரப்பப்படுகின்றன. எனவே காயல்கள் (lagoons) ஆழம்

குறைந்தனவாக ஆகி, சதுப்பு நிலங்கள் (swamps), சாய்மரப்புதர்கள் (logs) ஆகியவை உருவாகின்றன. பெரும்பாலும், நீர் சலனமற்றும், தேங்கியும் உள்ளமையால் செடிக்கொடிக் கூளம் தொடருகிறது. இப்படிவுத் தொடர்ச்சி பல தாவரத் தலைமுறைகளுக்குத் தொடர்கிறது. சதுப்பின் அடிப்பகுதியில் சேகரமாகும் பயிரினப் பொருள் நுண்ணுயிர்களின் இடையீட்டினால் மரமிகு நிலக்கரியாக மாற்றமடைகிறது. மடு அல்லது வடிநிலம் (basin) அமிழ்தல் விரைவு அடைந்தபின்பு மரமிகு நிலக்கரி உருவாதல் குறைகிறது. இம்மாறுபட்ட சூழ்நிலைகளிலும், சதுப்புநிலப் பயிரினம் நீருக்கு அடியிலும் தொடர்ந்து வளருகிறது. இறுதியாகச் சதுப்பு நிலம் வளர்ந்த பயிருடன் நீரில் மூழ்கிவிடுகிறது. அடுத்த நிலக்கரிப் படிவத்திற்கு வித்திடல் தொடங்குகிறது. இச்சுழற்சி மீண்டும் மீண்டும் நிகழ்ந்து பல்லாயிரம் ஆண்டுகளில் எண்ணிறந்த படிவங்கள் ஒன்றன் மேல் ஒன்றாய்ப் படிகின்றன. மரமிகு நிலக்கரி உருவாதல் சில இடங்களில் உலர் நிலையிலும், சில இடங்களில் ஈர நிலையிலும் தொடருவதால் நிலக்கரி அடுக்குகளின் இயைபுகள் சுரங்கத்திற்குச் சுரங்கம் வேறுபடும்.

மரமிகு நிலக்கரி தோன்றியவுடன் நெடிய விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கும் இயைபு மாற்றங்கள் மற்றும் புவி ஓட்டு இயக்கம் நிகழ்ந்து நிலக்கரி அடுக்குகளை மிகுதியும் பாதிக்கும். கார்பன் செறிந்த நிலக்கரி அடுக்குகள் முதலில் ஒரு கிடக்கைத் தளத்தில் அமைகின்றன. பின்பு, ஆழப்புதைந்த அடுக்குகள் மடிப்புகளுக்கும் விரிசல்களுக்கும் உள்ளாகின்றன. புவியோட்டு விசைகள் இம்மடிப்புகளைச் சீர்செய்வதில்லையாதலால், நீளமான பெரும் பிளவுகள் இக்கால கட்டத்தில் உருவாகின்றன. இதனால் புவியோட்டின் சில பகுதிகள் உயர்ந்தும், சில தாழ்ந்தும் பனிக்கட்டி மிதவைகள் (ice floes) நகருதலைப் போன்று இயங்குகின்றன. நீரில் அமிழ்ந்துள்ள மரமிகு நிலக்கரிப் படுகைகள் மேன்மேலும் உருமாற்றம் அடைந்து கார்பன் செறிவேற்றம் அடைகிறது. மரமிகு நிலக்கரி-பழுப்பு நிலக்கரி-புகைமிகு நிலக்கரி-அனல் மிகு நிலக்கரி என்னும் கார்பன் செறிவேற்ற வரிசை (coalification series) படிப்படியாகத் தோன்றுகிறது. முதல் கட்டத்தில் உயிர் வேதிக் காரணிகள் முதன்மை பெறுகின்றன. ஏறக்குறைய 40 செ.மீட்டருக்குக் கீழான ஆழங்களில் பூசணங்கள் இடம்பெறுவதில்லை. எனவே, லிக்னைட் உருவாதலில் இந்நுண்ணுயிரிகளின் பங்கு இராது. லிக்னைட் கட்டத்திற்கு அப்பால் நிகழும் மாற்றங்களுக்குப் புவி இயற்பியக் காரணிகளே தோற்றுவாய்களாகின்றன. சில ஆராய்ச்சியாளர்கள் இக்கருத்துடன் உடன்பாடு கொள்ளவில்லை. அவர்களுடைய நோக்கில் நிலக்கரியாக்கத்தில் அனைத்துக் கட்டங்களிலுமே பாக்டீரியாக்களின் தாக்கம் உள்ளது. பாக்டீரிய வழிச் சிதைவு மண்ணின் அமிலக்காரத் தன்மையைப் (pH) பொறுத்தது என்னும் உண்மையின் அடிப்படையில் ஓர் இயங்குமுறையை அவர்கள் வகுத்தனர்.

லிக்னைட் கட்டத்திற்குப் பின்பு நிலக்கரியாக்கத்திற்கும் கால வெள்ளத்திற்கும் தொடர்பு இல்லை என உறுதியாகத் தெரிய வந்துள்ளது. நிலக்கரிப் படிவங்கள் மீது பாறை அடுக்குகளின் அழுத்தத்தினால் மட்டுமே நிலக்கரியாக்கம் நிகழ்கிறது என்னும் கருத்து வெப்ப இயக்கவியல் கொள்கைக்கு முரணானதாகும். எனினும் அழுத்தத்தின் தாக்கம் மண்ணின் இறுக்கம், நுண்துளைமை, ஈரப்பதம் ஆகியவற்றில் தெரியும். சில சுரங்கங்களிலேனும் புவியோட்டு அழுத்தத்தினால் நிலக்கரியாக்கம் பெரிதாகப் பாதிக்கப்படுவதில்லை என்று ஆராய்ச்சிகள் மெய்ப்பித்துள்ளன.

பெரும்பாலான ஆராய்ச்சியாளர்களின் கூற்றின்படி வெப்பநிலையின் தாக்கமே மிகப் பெரும் விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்க இயலும். வெப்பநிலைச் சரிவு பல்வேறு அடுக்குகளின் வெப்பநிலைகளை அறுதியிடுகிறது. ஒவ்வொரு 30மீ. ஆழத்திற்கும் $1^{0}C$ வெப்பநிலை உயர்வு ஏற்படும். எனவே, அனல்மிகு நிலக்கரி உருவாதலுக்கு $200^{0}C$ வெப்பநிலை போதுமானது. புவியுறை வெப்பநிலைச் சரிவு ஒரு மாறிலியன்று. புவியோட்டின் அடியில் கற்குழம்புக் (magma) குழிகளின் தோற்றத்தினால், குறிப்பிட்ட சில குறுகிய இடங்களில் மட்டும் உயர் வெப்பநிலைகள் அமைவதற்கு வாய்ப்புண்டு. தீப்பாறைகளின் தொடுகையினால் உருமாற்றம் தோன்றி அதன் வாயிலாகக் கரிச் செறிவிற்கும் மாறுதல் ஏற்படுதல் அரிய நிகழ்ச்சியாகும். மரத்திசுக்கள் குறைந்தது நான்கு நைந்த கரிவகைகளான (macerals) டெலினைட், கோலினைட், ஃபியூசினைட், செமிஃப்யூசினைட் என மாறுகின்றன. ஒரே மாதிரியாகத் தாவரங்களிலிருந்து உருவாகும் நிலக்கரிகளில் தென்படும் வேறுபாடுகள் தழை மக்கிப் போதல் (humification) எச்சூழ்நிலைகளில் நிகழ்கிறது என்பதைப் பொறுத்தவை.

மிக உலர்ந்த இடங்களில் மட்டுமே ஃபியூசைன் தோன்றுகிறது. ஃபியூசைனுக்கும் மரக்கரிக்கும் தோற்றத்தில் ஒற்றுமை மிகுந்துள்ளமையால் இடி

மின்னலினால் தோன்றும் காட்டுத் தீயின் செயலே ஃபியூசைன் உருவாகக் காரணம் என்பது ஒரு சாராரின் கருத்தாகும். வைக்கோல் போர் எரிதலையொத்த ஒரு வெப்பஉமிழ் நுண்ணுயிர் வினையூக்க முறையினாலும், ஃபியூசைன் தோன்றியிருக்கலாம். விட்ரைனின் உட்புழைகள் (lumina) கோலினைட்டால் நிரம்பியுள்ளன; ஃபியூசைனின் இவை உள்ளீடுடனோ, கரிமப்பொருள் பொதிவுடனோ இருக்கும். விட்ரினைட்டும், ஃபியூசினைட்டும் ஒரே கலவையில் இடம்பெற்றுள்ளமையாலும், இரண்டுக்கும் இடைப்பட்ட மலினமுற்றுள்ளமையாலும், விட்ரினைட்டும் உலர்ந்த நிலையிலேயே உருவாகியிருக்கக்கூடும் எனத் தோன்றுகிறது. விட்ரினைட்டின் வடிவமைப்பை உற்று நோக்கினால் அருகிலுள்ள மரத் திசுக்கள் சடப்பொருளாதல் (mummification) முறைக்கு உள்ளாகியிருப்பது தெளிவாகும். படிந்த பயிரினப்பொருள் வலிமை குறைந்த, தழை மக்கிய (humus) மண்ணில் புதைந்து, தேங்கி நிற்கும் சலனமற்ற நீரில் அமிழ்ந்து விடும். இங்கு ஓர் ஆக்சிஜனற்ற நிலை தோன்றி, சூழலின் நச்சுத்தன்மையைக் கூடுதலாக்கும். இது காற்றற்ற சூழலில் வளரக்கூடிய பாக்டீரியாக்கள் கூட வாழ இயலாததொரு சூழ்நிலை ஆகும்.

ஈரமான சதுப்பு நிலங்களில் வேறு வழிமுறைகளில் கரிச் செறிவேற்றம் இயங்குகிறது. மண் பரப்பை நிரப்பக்கூடிய அளவுக்கு நிலத்தடி நீர் மலிந்து கிடக்கும்போது சலனம் ஏற்படுவதற்கு வாய்ப்புத் தோன்றி, ஆக்சிஜன் செறிவு சீராக நிறுவப்பட்டு, நீர் அமிலத்தன்மையுறாமல் காக்கப்படுகிறது. இச்சூழ்நிலைகளில் பயிரினச் சிதைவு பெரிய அளவில் நிகழ்கிறது. வேதி நிலைப்புத்தன்மை மிகக் கூடுதலாக அமையப்பெற்ற பகுதிகள் டியூரென் எனும் கரிவடிவத்தைப் பெறுகின்றன. டியூரெனில் நிலைத்தன்மை மிகுந்த எக்சினைட் இடம்பெறுகிறது என்பதும், டியூரேன் உருவாக்கம் மிக ஈரமான இடங்களில் மட்டுமே நிகழ்கிறது என்பதும் குறிப்பிடத்தக்க உண்மைகளாகும். டியூரெனின் தோற்றத்திற்குக் காரணமான ஸ்ஃபீனோப்சிட்ஸ் (sphenopsids) எனும் தாவரங்களில் மரத்திசு அடக்கம் குறைவு. விட்ரைனைவிட டியூரெயினின் கனிமப் பொருளடக்கம் மிகுதி. மிகை ஈரப்பகுதிகளில் உருவாகும் டியூரெனின் ஒரு தனிப்பிரிவு போலிச் சுடர் நிலக்கரி என வழங்கப்படுகிறது.

மரமிகு நிலக்கரி புகைமிகு நிலக்கரியாக மாறுதல் பன்னெடுங்காலமாக வெப்பமும் அழுத்தமும் மேலிடுவதால் நிகழ்கிறது. முற்றா நிலக்கரியின் மீது படியும் வண்டல்கள் அழுத்தத்தையும் மின் காப்பீட்டையும் அளிக்கின்றன. இதன் விளைவாக உள்ளுறை வெப்பம் நன்கு பயன்படுகிறது. இம்மாற்றத்தைச் சாதாரண நிலக்கரியாக்கம் என்பர். மலையுருவாதல் (orogenesis) போன்ற மீ அழுத்த, மீ வெப்பநிலை மாற்றங்கள் நிகழ்வதால் புகைமிகு நிலக்கரி அனல்மிகு நிலக்கரியாக மாறுகிறது. நிலக்கரியாக்கத்தின் போது ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்சிஜன் அடக்கங்கள் குறைந்து கார்பனின் விழுக்காடு உயருகிறது. எளிதில் ஆவியாகும் பொருளடக்கம் குறைகிறது. வெப்ப மதிப்பீடு உயர்கிறது. நிலைத்த கார்பன் அல்லது ஆவியாகாத் தன்மை கூடுகிறது. நிலக்கரியாக்கத்தின் அளவை மதிப்பிடுவதற்குச் சிறந்த அளவுகோல் வெப்ப மதிப்பீட்டு எண்ணாகும். பொதுவாக, நிலக்கரிப் படிவத்தின் தொன்மையிலிருந்து நிலக்கரியாக்கத்தின் அளவைப் பற்றி அறியலாம். புகைமிகு நிலக்கரி வயல்களில் பெரும்பாலானவை கார்பன் மலியத் தொடங்கிய (carboniferous) காலம் எனப்படும் 300 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு உருவானவை. குறைந்த வகை நிலக்கரிப்படிவங்கள் இடையூழிக் (mesozoic) காலத்தில் உருவானவை. மரமிகு முதிர்வுறா நிலக்கரிகள் ஏறத்தாழ 1 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்புதான் தோன்றி இருக்கக்கூடும்.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நிலக்கரி வகைப்பாடு

நிலக்கரிகளை வகைப்படுத்துவதற்குப் பல வழிமுறைகள் உள்ளன. அவற்றுள் பெருவழக்கிலுள்ள முறை கரியின் முதிர்வைப் பொறுத்ததாகும். இவ்வகையீட்டு முறை நடைமுறைக்கும் ஆய்வு நோக்கங்களுக்கும் பொருத்தமானதாகும். ஏனெனில், எரிதலில் விளையக்கூடிய வளிமங்களின் அளவு, நிலக்கரியின் எரிதல் வெப்பம், கல்கரியை உருவாக்கும் பண்பு ஆகியன நிலக்கரியின் முதிர்வைப் பொறுத்தே அமைகின்றன. மற்றொரு வகைப்பாடு நிலக்கரியின் உள்ளமைப்பைச் (பாறை வடிவம்) சார்ந்ததாகும். இவ்வகைப்பாடு நிலக்கரியின் தோற்றுவாயை அறிவதற்கு உதவும்.

1837இல் ஹென்றி-விக்டர் ரேனால்ட் என்பார் நிலக்கரியின் வேதி இயைபின் அடிப்படையில் நிறுவிய வகைப்பாடே மிகத் தொன்மையானது. பிற்காலத்தில் இம்முறை செம்மைப்படுத்தப்பட்டு, நிலக்கரியின் கார்பன், ஹைட்ரஜன் அணுக்களின் அடக்கத்தின் அடிப்படையில் திருத்தியமைக்கப்பட்டது. அறிவியல் நோக்கில்

இவ்வழிமுறையே சிறந்ததாகும். எனினும், நிலக்கரியின் வேதி இயைபுக்கும் பயன்தரு பண்புகளுக்குமிடைப்பட்ட தொடர்பு எளிதாகவும், துல்லியமாகவும் அறியப்படாமையால் இவ்வகைப்பாடு நடைமுறைக்கு ஒவ்வாததாகக் கருதப்பட்டது.

பொதுவாக, அனைத்து நாடுகளிலும் நிலக்கரியின் எளிதில் ஆவியாகும் பொருளின் அடக்கத்தின் அடிப்படையிலேயே வகையீடு செய்யப்படுகிறது. தெரிந்த எடையில் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட நிலக்கரி மூடிய உலையில் சூடாக்கப்பட்டு, 950^{0}C வெப்பநிலையில் ஏழு நிமிடங்கள் நிறுத்தப்பட்டுக் குளிர்விக்கப்படுகிறது. இந்நிகழ்வில் ஏற்படும் எடையிழப்புச் சதவிகிதம் அந்நிலக்கரியின் எளிதில் ஆவியாகும் பொருளடக்கம் (ஆ.பொ) என வரையறுக்கப்படுகிறது. ஆ.பொ. 8%க்கும் குறைவாகக் கொண்ட நிலக்கரி அனல்மிகு நிலக்கரி (anthracite) எனப்படுகிறது. 2க்கும் குறைவான ஆ.பொ. அடக்கம் கொண்ட சிறப்பு வகை, கனல் மிகு நிலக்கரி (meta anthracite) எனப்படுகிறது. இதனைக் கிராஃபைட் மலினம் பெற்ற நிலக்கரி (graphitoid coal) எனவும் கூறுவர். அடுத்து, 8-14% ஆ.பொ. கொண்ட வகை, குறை-அனல்மிகு நிலக்கரி (semi anthracite) எனப்படுகிறது. இதற்கு அடுத்ததாக ஓர் இடைநிலை வகை (14-20% ஆ.பொ) கல்கரியாக மாறுவதற்குத் தக்கதாகவுள்ளது. இவ்வகையை ஜெர்மனியில் *Feltkohle* எனவும் ஃபிரான்சில் *gras* எனவும் குறிப்பிடுகின்றனர்.

ஆ.பொ. அடக்கம் 30%க்கு மிகுமானால், இவ்வடிப்படையில் மட்டுமே வகையீடு செய்தல் கடினமாகிறது. நிலக்கரியின் வெப்ப மதிப்பீடு (calorific value) வகையீட்டுக்கு அடிப்படைத் துணையலகாகிறது. அமெரிக்காவில், இவ்வடிப்படையில் எளிதில் ஆவியாகும் புகைமிகு நிலக்கரி (bituminous coal), கீழ்நிலைப் புகைமிகு நிலக்கரி (sub bituminous), பழுப்பு நிலக்கரி (lignite) என உட்பிரிவுகள் அறியப்பட்டுள்ளன. இயற்கையான ஈரம் கொண்ட (30^{0}Cஇல் 96% ஒப்பீட்டு ஈரப்பதம்), கனிமப் பொருள் நீக்கப்பட்ட நிலக்கரியின் அடிப்படையில் வெப்ப மதிப்பீடு கணக்கிடப்படுகிறது. இங்கிலாந்தில், கல்கரி மாற்றப்பண்பும் (coking value), சில நாடுகளில் பருத்துப்பெருகும் வீதமும் (swelling index), வகையீட்டு அடிப்படைகளாகக் கையாளப்படுகின்றன. ஆ.பொ. அகற்றப்பட்டவுடன் கல்கரி சிறு பித்தான் வடிவில் தோன்றுவதைப் புடக்குகைப் பருத்தல் எண் (crucible swelling number) என்பர்.

இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பின் ஐக்கிய நாடுகள் நிலக்கரி வகையீட்டை அனைத்துலக அளவில் ஊக்குவித்ததன் பயனாகத் தற்போது நான்கு பண்புகளின் அடிப்படையில் வகையீடு நிறுவப்பட்டுள்ளது. அவை ஆ.பொ. அடக்கம், வெப்ப மதிப்பீடு, பருக்கும் வீதம், கல்கரியாகும் பண்பு என்பன.

மரம் கரியாக மாறும் நிகழ்ச்சியின் முதிர்வு நிலையை அடிப்படையாகக் கொண்ட வகையீடு அட்டவணை 1 இல் தரப்பட்டுள்ளது.

நிலக்கரி ஒரு கரிம வகைப் பாறை. கனிம வகைப் பாறைகளுள் (inorganic rocks) கனிம உப்புகள் இடம்பெற்றுள்ளவாறே, நிலக்கரியிலும் கூழாங்கரி (maceral) எனப்படும் கல்வகைப் பொருள் உள்ளது. நிலக்கரி உள்ளடக்கப் பொருள்களைக் கண்டறிவதற்கு நுண்ணோக்கி தேவை. இதில் இருவகை உத்திகள் உள்ளன. அவை: மிக மெலிந்த, தகட்டையொத்த படிவத்தினூடே ஒளியைச் செலுத்தி, ஊடுருவி வெளிவரும் ஒளியை அளந்தறிதல்; நன்கு தேய்க்கப்பட்ட படிவப் பகுதியின் மீது ஒளியைச் செலுத்தி, எதிரொளிக்கப்படும் ஒளியைப் பகுத்து அளந்தறிதல் என்பன. முந்தைய உத்தி அமெரிக்காவிலும், பிந்தைய உத்தி ஐரோப்பாவிலும் சிறப்படைந்துள்ளது. மென்படல உத்தி புறவேற்றுமைப் பகுப்புக்கும் தேய்வுப் படல உத்தி அளவறி பகுப்பாய்வுக்கும் ஏற்றவையென அறியப்பட்டுள்ளன. இவ்வுத்தி வேறுபாடுகளால் நிலக்கரி வகைப் பெயரிடுதலிலும் இரு வழிமுறைகள் அறியப்பட்டுள்ளன.

மரத் திசுக்கள் நிலக்கரியாதலில் இருவகை வழிமுறைகள் உள்ளன. டெலினைட் என்னும் ஆரஞ்சு சிவப்புநிற நிலக்கரியோ, ஃபியூசினைட் என்னும் ஒளிபுகவிடா நிலக்கரியோ இறுதி விளைவாகின்றன. டெலினைட் அமைப்பு கூழ்மநிலை மட்கிய பொருள் (humic matter) அல்லது கோந்தினால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும்; ஃபியூசினைட் அமைப்பில் கனிம உள்ளீடு அல்லது உள்ளீடற்ற கூடு இருக்கும். டெலினைட், கண்ணாடியை ஒத்த பளபளப்புடன் மின்னும்; ஃபியூசினைட் மங்கிய தோற்றமும், பட்டைப் போன்ற மென்மையும் கொண்டிருக்கும். இது பொறிக்கவல்லது (friable). இரு வடிவங்களுக்கும் இடைப்பட்ட நிலை குறை ஃபியூசினைட் எனப்படும்.

டெலினைட், ஃபியூசினைட் ஆகியவற்றுக்கு முற்றிலும் மாறுபட்ட வகையில் மரம் நிலக்கரியாக மாறும் நிகழ்வில் மரத் திசுவின் வடிவமைப்பு முழுமையாகக் குலைந்து போகும்; கூழ்ம வகையைச் சார்ந்த, மென்படல நிலையில் ஒளியைப் பகுதியளவே புகவிடவல்ல,

கோலினைட் என்னும் நிலக்கரி இறுதி விளைபொருளாகும். மைக்ரினைட் எனும் பிறிதொரு வடிவம் ஒளியைப் புகவிடாது. பயிரினக் கூறுகளான கோந்து, மெழுகு (ரெசினைட், செரினைட்) வித்து அல்லது விதை உறை (spore coats or sporinite), மட்கிய புறத்தோல், பூசணத் தடிச்சுவர், ஆல்கா வகை ஆகியவற்றையும் பிரித்தறியலாம். இவை யாவும் அட்டவணை 2 இல் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

ஐரோப்பாவில் கூழாங்கரிகள் அவற்றின் தொழில்நுட்பப் பண்புகளின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வகையில் ஒரே தொகுதியைச் சார்ந்த டெலினைட்டும் கோலினைட்டும் லிட்ரினைட் என்னும் பொதுப்பெயரால் குறிக்கப்படுகின்றன. சூடுபடுத்தப்படும்போது இவையிரண்டும் உருகி, ஒரு கல்கரி விழுதைத் தருகின்றன. மெழுகையும், மரப்பட்டையையும் ஒத்த எச்சங்களாலான எக்சினைட் எனும் வகையைச் சூடுபடுத்தினால் வளிமமும் தாரும் எஞ்சும்.

இன்டர்டினைட் என்பது எளிதில் வினையுறாத, வெப்பத்தால் இளகாத, வெப்பத்தால் கட்டியாகாத (non caking), ஹைட்ரஜனேற்றமாகாத வகையாகும்.

95%க்கும் மேலாக விட்ரினைட்டைக் கொண்ட வகை விட்ரெயின் என்றும், விட்ரினைட், எக்சினைட் இரண்டையும் உள்ளடக்கிய வகை கிளாரெயின் என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இவ்விரு வகைகளும் மின்னும் நிலக்கரிகள் (bright coals) ஆகும். மைக்கிரினைட்டையும் எக்சினைட்டையும் கொண்ட வகை மங்கிய தோற்றமுடைய நிலக்கரி (dull coal) அல்லது டியூரெயின் எனப்படும். ஃபியூசினைட்டையும், குறை ஃபியூசினைட்டையும் கொண்ட வகை ஃபியூசெயின் ஆகும். மேற்கூறிய சாதாரண நிலக்கரி வகைகளை மேலும் விரிவுபடுத்தலாம். சிறப்புச் சூழ்நிலைகளில் உருவாகக்கூடிய சுடர் மிகு நிலக்கரி (cannal coal) நுண்துளை மலிந்த மைக்ரினைட்டும், போலி சுடர்மிகு நிலக்கரி (pseudo cannal coal) மைக்ரினைட்-கனிமப் பொருள் கலவையும் பெற்றிருக்கும். இவை தவிர, சதுப்புநில நிலக்கரி டோர்பனைட் ஆகியவை அல்கீனைட்டையும், மைக்ரினைட்டையும் கொண்ட சிறப்பு வகைகளாகும்.

நிலவியல் அடிப்படையில் இவ்வகையீடு பெரிதும் பயனுள்ளதாயினும், தொழில்நுட்ப அடிப்படையிலும், இறுதிப் பயன் அடிப்படையிலும் பின்வரும் வகையீடே பெரிதும் வழக்கிலுள்ளது.

நடைமுறை அடிப்படையில் வகையீடு

அனல்மிகு நிலக்கரி. மரம் கரியாக மாறும் நிகழ்வின் இறுதிக் கட்ட விளைவு இது. இதில் நிலைத்த கார்பனின் அடக்கம் 92-98% ஆகும். கடினமாகவும், கறுப்பாகவும், ஓரளவு உலோகப் பளபளப்பாகவும், பகுதிக் கூட்டுப்பிரிவுடனும் (semi conchoidal fracture) காணப்படும். எளிதில் தீப்பற்றாத இவ்வகை சிறிய, நீலநிறச் சுடருடனும், புகையின்றியும் எரியும். கடின நிலக்கரி, பாறைக்கரி, கரும் நிலக்கரி, கில்கெனி நிலக்கரி என்பன இவ்வகையின் பிற பெயர்களாகும்.

குறை அனல் மிகு நிலக்கரி. நிலைத்த கார்பன் அடக்கம் 86-92% க்குள் இருப்பின், அந்நிலக்கரி இவ்வகையிலடங்கும். அனல்மிகு நிலக்கரி வகைக்கும் புகைமிகு நிலக்கரி வகைக்கும் இடைப்பட்டதாயினும் இந்நிலக்கரி அனல்மிகு வகையையே பெரிதும் ஒத்துள்ளது.

குறை புகைமிகு நிலக்கரி. குறை அனல்மிகு நிலக்கரிக்கும் புகைமிகு நிலக்கரிக்கும் இடைப்பட்ட இவ்வகையில் 89-91% வரம்பில் கார்பன் அடக்கம் (உலர்ந்த, சாம்பல் நீக்கப்பட்ட அடிப்படையில்) இருக்கும். புகைமிகு நிலக்கரியைவிடக் கடினமாகவும் எளிதில் நொறுங்கக்கூடியதாகவும் உள்ள இக்கரி புகையில்லாமல் எரியும்.

புகைமிகு நிலக்கரி. இதில் 15-20% வரை எளிதில் ஆவியாகும் பொருள் உள்ளது. இது அடர் பழுப்பு முதல் கறுப்பு வரையிலான நிறங்களைக் கொண்டது. புகை மலிந்த சுடருடன் எரியும் இவ்வகை மென்மையான நிலக்கரி எனவும் குறிப்பிடப்படுகிறது. இயற்கையில் கிடைக்கும் நிலக்கரி வகைகள் யாவற்றிலும் இவ்வகையே மலிந்து காணப்படுகிறது.

தாழ்நிலைப் புகைமிகு நிலக்கரி. கரிய பழுப்பு நிலக்கரி எனவும் வழங்கப்படும் இந்நிலக்கரி வகையில் பழுப்பு நிலக்கரியைவிடக் கார்பன் அடக்கம் கூடுதலாகவும் ஈரப்பதம் அடக்கம் குறைவாகவும் இருக்கும்.

வெப்ப மதிப்பீட்டின் அடிப்படையில் இவ்வகையில் மூன்று உட்பிரிவுகள் உள்ளன.

<u>வெப்ப மதிப்பீடு</u>

A வகை (5840 - 7230 கலோரி / கி.கி)

B வகை (5280 - 5840 கலோரி / கி.கி)

C வகை (4615 - 5280 கலோரி / கி.கி)

அட்டவணை 2

வினையுறுவன			வினையுறாதன		
தொகுதி	**உட்பிரிவு வகையீடு**	**எதிரொளிப்பு**	**தொகுதி**	**உட்பிரிவு**	**எதிரொளிப்பு வகையீடு**
விட்ரினைட்		VO-V21	வினையுறா விட்ரினைட்,		V22-V80
	கோலினைட்	CO-C21		வினையுறா	
	டெலினைட்	TO-T21		ரெசினைட்	R22-R80
எக்சினைட்		EO-E15			
	ஸ்போரினைட்	S10-S15	இனர்டினைட்		I 18-I 80
	கியூடினைட்	C10-C15		ஃபியூசினைட்	F10-F80
	அல்கினைட்	At10-A+15		மைக்ரினைட்	M18-M80
	ரெசினைட்	RO-R15		குறை ஃபியூசினைட்	SF22-SF80
உருகவல்ல இனர்டினைட்	குறை ஃபியூசினைட்	SFO-SF21		ஸ்கெலரோடினைட்	SC22 - SC80
	மைக்ரினைட்	MO-M18			
		<u>கனிமத்தொகுதி</u>		<u>கனிமம்</u>	
		சல்ஃபைடு		பைரைட்	
		கார்போனேட்		கால்சைட்	
		சிலிக்கேட்		இலைட்	

பழுப்பு நிலக்கரி. மரமிகு நிலக்கரிக்கும் (peat) தாழ்நிலைப் புகைமிகு நிலக்கரிக்கும் இடைப்பட்ட இவ்வகை பழுப்பு கலந்த கறுப்பு நிறத்தையும், 4615 கலோரி/கி.கி அளவுக்குக் குறைந்த வெப்ப மதிப்பீட்டு எண்ணையும் கொண்டிருக்கும். இவ்வகையிலும் வெப்ப மதிப்பீட்டு அடிப்படையில் இரண்டு உட்பிரிவுகள் உள்ளன. A வகை (3503-4615 கலோரி/கி.கி); B வகை (3503 கலோரிக்கும் குறைவு

மரமிகு நிலக்கரி. சதுப்பு நிலங்களில் நீர் நிறைந்த பகுதிகளில் அரைகுறையாகக் கரியாக்கம் அடையப்பெற்ற மரம் இவ்வகையைச் சாரும். இதில் சிறும அளவாக 75% ஈரப்பதம் இருக்கும். மரம் கரியாக மாறும் நிகழ்வில் இது முதற்கட்டமாகும். இதில் கார்பன் அடக்கம் 60% ஆகவும், ஆக்சிஜன் அடக்கம் 30% ஆகவும் உள்ளன. தாவரத்தின் அமைப்பு இதில் வெளிப்படையாகத் தெரியும். உலர்ந்த நிலையில் மரமிகு நிலக்கரி நன்கு எரியும். செயற்கை முறையில் மரத்தைக் கரியாக்கியும் இவ்வகையைத் தயாரிக்கலாம்.

பொதுவாக, நிலக்கரி வகைப்பாட்டுக்கு அடிப்படையானது பயன்முறைப் பகுப்பாய்வு (proximate analysis) ஆகும். இச்செயல்முறையில் ஈரப்பதம், எளிதில் ஆவியாகும் பொருள் அடக்கம், சாம்பல் மற்றும் நிலைத்த கார்பன் ஆகியன அளந்தறியப்படுகின்றன. நிலக்கரியில் ஈரப்பதனும், எளிதில் ஆவியாகும் பொருள் விழுக்காடு குறைதலும், நிலைத்த கார்பன் விழுக்காடு உயர்தலும் முதிர்வுநிலை உயர்தலைக் குறிக்கும். கனிமப் பொருள் அகற்றிய அடிப்படையில் நிலக்கரியின் நிலைத்த கார்பன் மற்றும் வெப்ப மதிப்பீடுகளின் சார்பாக நிறுவப்பட்ட வகையீட்டை அமெரிக்கப் பொருளாய்வுக் கழகம் (ASTM) பரிந்துரைத்துள்ளது.

நிலக்கரி வேதிப்பொருள்கள்

நிலக்கரியைக் காற்றுப்புகாக் கலனில் இட்டுக் காய்ச்சி வடித்தால் பின்வரும் பொருள்கள் கிடைக்கின்றன. அவை: நிலக்கரி வளிமம், கரித்தார், துகள் கார்பன், அம்மோனியாக் கரைசல், கல்கரி என்பன.

நிலக்கரி வளிமம் எரிபொருளாகவும், துகள் கார்பன் மின்கலங்களில் பயன்படும் கார்பன் தண்டுகளைத் தயாரிக்கவும், அம்மோனியாக் கரைசல், அம்மோனியம் சல்ஃபேட் போன்ற உரங்களைத் தயாரிக்கவும், கல்கரி பல உலோகங்களை அவற்றின் தாதுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கவும் பயன்படுகின்றன.

நிலக்கரித் தார் என்பது கெட்டியான கருமையான எண்ணெய் போன்ற நீர்மம். நிலக்கரித்தாரைக் காய்ச்சிப் படிப்படியாக வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் வெவ்வேறு பொருள்களைப் பெறலாம். இதற்குப் பகுத்து வடித்தல் என்று பெயர்.

நூறாண்டுகளுக்கும் மேலாக அரோமாட்டிக் சேர்மங்களுக்கு அடிப்படைத் தோற்றுவாயாக நிலக்கரித் தார் பயன்படுகிறது. சாயம், மருந்து, தொற்றுநீக்கி, கரைப்பான்கள் ஆகியவற்றின் தயாரிப்பின் மூலப் பொருள்களாகவோ, இடைநிலைப் பொருள்களாகவோ தார்வழி அரோமாட்டிக் சேர்மங்கள் இடம்பெறுகின்றன. டொலுயீன், சைலீன் போன்றவை தற்போது பெட்ரோலியத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன என்றாலும், பென்சீன், நாஃப்தலீன், ஆந்த்ரசீன், ஃபினான்த்ரீன் ஆகியன இன்றும் கல்கரித் தயாரிப்பில் உடன் விளைபொருள்களாகவே உருவாக்கப்படுகின்றன. பல்வினை வளையச்சேர்மங்களான பிரிடீன், குயினோலின் போன்றவையும் கரித்தார் பெறுதிகளேயாகும். ஃபீனால் தற்போது குமீன் ஹைட்ரோபெராக்சைடிலிருந்தும், குளோரோபென்சீனை நீராற்பகுப்பது வாயிலாகவும் பேரளவில் தயாரிக்கப்படுகிறது. ஆனால் கரித்தாரிலிருந்து ஃபீனால், கிரெசால்கள், சைலினால்கள் ஆகியவற்றைப் பிரித்தெடுத்தல் கைவிடப்படவில்லை.

கல்கரி அடுப்பின் உடன்வினைப் பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படும் நிலக்கரியில் கீழ்க்காணும் விழுக்காடுகளாக அமைந்துள்ளன. வளிமம் 18.5% இலகு எண்ணெய் 1%, தார் 3.5%, கல்கரி அடுப்பு வளிமத்தில் மெத்தேன், கார்பன் மோனாக்சைடு ஹைட்ரஜன், அம்மோனியா, ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு, சிறிதளவு உயர் மூலக்கூறு ஹைட்ரோகார்பன்கள் ஆகியன உள்ளன. அம்மோனியாவில் பெரும்பங்கு அம்மோனியம் சல்ஃபைட்டாக அகற்றப்படுகிறது. ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடில் 10% மட்டுமே தனிம நிலைக் கந்தகமாக மீட்கப்படுகிறது. கல்கரி அடுப்பு வளிமம் பெரும்பாலும்

அட்டவணை 1

முதிர்வுநிலை அடிப்படையிலான நிலக்கரி வகையீடு

வகை	நிலைத்த கார்பன் வரம்பு (%)	எளிதில் ஆவியாகும் பொருள் வரம்பு (%)	வெப்ப மதிப்பீட்டு எண் கலோரி/கி.கி	தன்மை
ஆன்த்ரசைட்	92-98	2-14		திரளாதன
புகைமிகு நிலக்கரி	70-86	11-22		பொதுவாகத் திரள்வன
பழுப்பு நிலக்கரி				திரளாதன
மரமிகு நிலக்கரி				

எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. கல்கரி அடுப்பில் விளையும் இலகு எண்ணெயின் இயைபு அட்டவணை 1 இல் தரப்பட்டுள்ளது. கரித்தாரின் பயன்கள் அட்டவணை 2 இல் பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன. கரித்தாரிலிருந்து பல நூறு வேதிச் சேர்மங்கள் பிரித்தெடுக்கப்பட்டிருப்பினும், ஒரு சில சேர்மங்களே கனிசமான அளவில் கிடைக்கின்றன. அவை யாவும் அட்டவணை 2 இல் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

நிலக்கரியை நேரடியாக வேதிப்பொருள்களின் தயாரிப்பில் ஈடுபடுத்துவது குறித்து விரிவான ஆய்வு செய்யப்பட்டுள்ளது. எரிகாரக் கரைசல்களில் நிலக்கரியைக் குழம்பாக்கி அதனை உயர் அழுத்தத்தில் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து அரோமாட்டிக் கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களைப் பெறலாம். நைட்ரஜன் சேர்மங்களும் ஹைட்ராக்சி அமிலங்களும் இக்கலவையில் மிகுந்துள்ளமையால், இதனைத் தூய்மைப்படுத்துதல் எளிதன்று. மென்மையான ஆக்சிஜனேற்றத்தினால் ஹியூமிக் அமிலங்களாக மாற்றி இவ்வமிலங்களின் அம்மோனியம் உப்புகளை மண் திருத்தப் பொருள்களாகப் பயன்படுத்தலாம். நிலக்கரியைக் குளோரினுடனும், ஃபுளூரினுடனும் வினைப்படுத்துதல் முழுமையாக ஆராயப்படவில்லை. கரிச்செறிவேற்றத்தை விட நிலக்கரியை ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்வதால் வணிக அளவில் முதன்மைமிக்க ஹைட்ரோகார்பன்களையும், தார் அமிலங்களையும் கூடுதலான அளவில் எளிதில் பெறலாம். எனினும் இம்முறை செலவினமிக்கதாகும்.

நிலக்கரியைக் கரைப்பான்களுடன் மீள் கொதித்தலுக்கு உட்படுத்தி 80% வரை கரைக்கலாம். டெட்ராலின், ஃபிளான்த்ரீன் ஆகியன பயனாகும் கரைப்பான்களுள் சில. சில மணி நேரங்களுக்கு 300°C வெப்பநிலையில் கொதிக்கவைக்கும்போது கிடைக்கும் கரைசலுடன் கரையாத எச்சமாக நிலக்கரியும் சிறிது சாம்பலும் இருக்கும். கரைப்பானைப் பிரித்து, மறு சுழற்சிக்குட்படுத்தலாம். இக்கரைசலிலிருந்து பெறப்படும் நிலக்கரிச் சாற்றுப்பொருள் கச்சா நிலக்கரியைவிட மூலக்கூறு நிறை குறைந்ததாகவும் சாம்பல் அடக்கம் குறைந்ததாகவும் கந்தகம் அற்றதாகவும் இருக்கும். கந்தகம் நீக்கப்பட்ட எரிபொருள் தேவைப்படும் அனல்மின் நிலையங்களில் இந்நிலக்கரியை ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்தபிறகு எண்ணெய்

அட்டவணை 1

வரிசை எண்	உட்கூறு	விழுக்காடு (பருமனில்)
1.	வளையப் பென்டாடையீன்	0 . 5
2.	கார்பன் டைசல்ஃபைடு	0 . 5
3.	அமைலீன்கள் (வகைப்படுத்தப்பட இயலாதன) கச்சா பென்சால்	1 . 0
4.	பென்சீன்	57 . 0
5.	தயோஃபீன்	0 . 2
6.	நிறைவுற்ற அரோமாட்டிக் அல்லாத ஹைட்ரோகார்பன்கள்	3 . 0
7.	நிறைவுறா, கண்டறியப்படாத சேர்மங்கள் கச்சா டொலுவால்	3 . 0
8.	டொலுயீன்	13 . 0
9.	நிறைவுற்ற அரோமாட்டிக் அல்லாத ஹைட்ரோகார்பன்கள்	0 . 1
10.	நிறைவுறா கண்டறியப்படாத சேர்மங்கள் கச்சா இலகு கரைப்பான்	1 . 0
11.	சைலீன்கள்	5 . 0
12.	எத்தில் பென்சீன்	0 . 4
13.	நிறைவுற்ற, அரோமாட்டிக் அல்லாத ஹைட்ரோகார்பன்கள்	0 . 3
14.	நிறைவுறாத, கண்டறியப்படாத சேர்மங்கள்	1 . 0
15.	ஸ்டைரீன்	0 . 8
	கச்சா (கனமான கரைப்பான்)	
16.	குமரோன், இன்டீன், இருவளையப் பென்டாடையீன்	5 . 0
17.	பாலி அலக்கைல், பென்சீன்கள், ஹைட்ரின்டீன்	4 . 0
18.	நாஃப்தலீன்	1 . 0
19.	லேசான எண்ணெயைக் கல்கரி அடுப்பு வளிமத்திலிருந்து பிரிப்பதற்குப் பயன்படும் எண்ணெய்	5 . 0

அட்டவணை 2

பயன்	விழுக்காடு	பயன்	விழுக்காடு
எரிமம்	21	நாஃப்தலீன்	8
பென்சீன்	21	கிரையசோட் எண்ணெய்	2.0
டொலுயீன்	4	தார் அமிலங்கள்	5
சைலீன்	1.1	தார்க் காரங்கள்	0.7
நாஃப்தா கரைப்பான்	1.2	சாலைத் தார்	17
பிற லேசான எண்ணெய் வடி நீர்மங்கள்	0.8	நிலக்கரி வழிக் கல்கரி (pitch coke)	0.2

அட்டவணை 3

சேர்மம்	தாரில் (விழுக்காட்டளவு)	பயன் (தயாரிப்பு)
நாப்தலீன்	10.9	தாலிக் அமிலம்
ஒற்றை மெத்தில் நாஃப்தலீன்கள்	2.5	தாலிக் அமிலம்
அசி நாஃப்தீன்கள்	1.4	சாயத் தயாரிப்பில் இடைநிலைச் சேர்மங்கள்
ஃபுளூரீன்	1.6	கரிமச் சேர்மத் தொகுப்புகள்
ஃபிளான்த்ரசீன்	4.0	சாயங்கள், வெடி பொருள்கள்
ஆந்த்ரசீன்	1.0	சாய இடைநிலைச் சேர்மங்கள்
ஃபீனால்	0.7	நெகிழிகள்
கார்பசோல், மற்றும் இதைப் போன்ற சேர்மங்கள்	2.3	சாய இடைநிலைச் சேர்மங்கள்
கிரசால்கள், சைலினால்கள்	1.5	தொற்று நீக்கிகள், கரிமச்சேர்மத் தொகுப்புகள்
பிரிடீன், பிகோலின்கள், லூட்டிடின்கள், குயினோலின்கள் அக்ரிடீன், தார்க் காரங்கள்	2.3	மருந்துகள், சாயங்கள், ஆக்சிஜனேற்றத் தடுப்பிகள்

எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தலாம். கிராஃபைட் மின்முனைகளாகப் பயன்படுத்தலும் இந்நிலக்கரிக்கு ஒரு வடிகாலாகும். பாலிவினைல் குளோரைடு போன்று எளிய பல்லுறுப்பிகளுடன் குறைந்தவிலை நெகிழியாகப் பயன்படுத்தலாம். சாலைத்தாராகவும் நிலக்கரிக் கரைசல்களைப் (குழம்பைப்) பயன்படுத்த வாய்ப்புண்டு.

வேதிப்பொருள் தயாரிப்பில் நிலக்கரியைப் பயன்படுத்தி வந்தாலும், நேரடியாக எரிபொருளாகவும், கல்கரித் தயாரிப்புக்கு மூலப்பொருளாகவும் பயன்படுத்துவதுடன் ஒப்பிடுகையில் இப்பயன் மிகுதியாக இல்லை. எனினும், எதிர்காலத்தில் பெட்ரோலியப் பொருள்கள் அரியனவாகவும் விலை கூடுதலாகவும் மாறுகையில் நிலக்கரி வழி வேதிப்பொருள்களின் தயாரிப்பு மேம்படும்.

- *மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்*

- *க. சிவகாமி*

- *சு. சித்ரா*

நிலக்காந்தவியல்

புவி ஒரு பெரிய கோள வடிவக் காந்தம் என்பதை முதலாம் எலிசபெத் ராணியாரின் அரசவை மருத்துவராக இருந்த வில்லியம் கில்பர்ட் என்பார் கண்டுபிடித்தார். கோள வடிவமுள்ள ஒரு காந்தக் கல்லையும் காந்த ஊசியையும் அவர் பயன்படுத்திப் புவியில் வைக்கப்படும் காந்த ஊசிகளைப் போலவே அந்தக் காந்த ஊசியும் செயல்படுவதைக் கண்டார். 1600ஆம் ஆண்டில் அவர் தம் கண்டுபிடிப்புகளை ஒரு நூல் வடிவில் எழுதி வெளியிட்டார். சாதாரணச் சட்டக்காந்தங்களுக்கு உள்ளவாறே புவிக்கும் ஒரு காந்த வடமுனையும் தென்முனையும் உண்டு. ஆனால் புவிக் காந்தப்புலத்தின் வலிமை மிக மிகக் குறைவு. பொதுவாகக் குழந்தைகள் வைத்துக்கொண்டு விளையாடுகிற காந்தங்களின் புல வலிமையைவிடப் பல நூறு மடங்கு குறைந்த வலிவுள்ள புவியின் காந்தப் புல வலிமை, ஒரு காஸுக்கும் (gauss)

குறைந்த எண் மதிப்புள்ளதாகவே இருக்கிறது. புவியின் துருவங்களுக்கு அருகில் அதன் வலிமை பெரும அளவை எட்டுகிறது. எனவே புவிக்காந்தவியலில் மிகக் குறைவான புல வலிமையை அளக்க வேண்டிய தேவை ஏற்படுகிறது. இதற்கு வசதியாகக் காமா (gamma) என்னும் அலகு உருவாக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஒரு காமா என்பது 10^{-5} காஸ்களுக்கு அல்லது 10^{-9} வெபர்/மீட்டர்^{2}. அதாவது ஒரு நானோ டெஸ்லாவுக்குச் சமம்.

ஒரு காந்தத் திசைகாட்டியின் குறி முள்ளைக் கிடைத்தளத்தில் சுழலக்கூடிய வகையில் அமைத்தால் இது உண்மையான வடக்கு-தெற்குத் திசையில் அமையாது. ஏனெனில் காந்த ஊசி எப்போதும் புவிக் காந்த விசைக்கோடுகளுக்கு இணையாகவே நிலைகொள்ளும். புவி மேற்பரப்பில் பெரும்பாலான இடங்களில் புவிக் காந்தப் புலத்தின் விசைக்கோடுகள் உண்மையான வடக்கு-தெற்குத் திசைக்கு இணையாக அமைவதில்லை.

ஓரிடத்தில் புவிப் பரப்புக்குச் செங்குத்தாகவும் புவியின் புவிக்கோளத்துருவங்களின் வழியாகவும் செல்கிற ஒரு தளம் அவ்விடத்தில் புவிக்கோளத்துருவத்தளம் எனப்படும். இதன் திசையே உண்மையான வடக்கு-தெற்குத் திசையாகும். ஆனால் புவியின் காந்தமுனைகள் அதன் புவிக்கோளத்துருவங்களில் அமையாமல் தள்ளி அமைந்திருக்கின்றன. ஓரிடத்தில் புவிப்பரப்புக்குச் செங்குத்தாகவும் புவியின் காந்த முனைகளின் வழியாகவும் செல்கிற ஒரு செங்குத்துத் தளம் அவ்விடத்தின் புவிக்காந்த முனைத்தளம் எனப்படுகிறது. அவ்விடத்தின் காந்தப்புல விசைக் கோடுகள் இத்தளத்திற்கு இணையாகவே இருக்கும். எனவே, அங்கு வைக்கப்படுகிற ஒரு காந்த ஊசி கிடைத்தளத்தில் சுழலக்கூடியதாக இருந்தால் அது புவிக்காந்த முனைத்தளத்திற்கு இணையாகவே இருக்கும். ஓரிடத்தில் உண்மையான வடக்கு - தெற்குத் திசைக்கும் காந்த ஊசி காட்டுகிற திசைக்கும் இடையிலுள்ள கோணம் காந்த ஒதுக்கம் (declination) எனப்படுகிறது. அதாவது புவியின் புவிக்கோளத்துருவத் தளத்திற்கும், புவிக்காந்த முனைத்தளத்திற்கும் இடையிலுள்ள கோணம் ஒதுக்கம் எனப்படும்.

புவிக்காந்த விசைக் கோடுகள் அனைத்து இடங்களிலும் தரைப்பரப்புக்கு இணையாக இருப்பதில்லை. புவியின் வடபாதியில் செங்குத்தான தளத்தில் சுழலக்கூடிய ஒரு காந்த ஊசியை வைத்தால் அதன் வடமுனை பெரும்பாலான இடங்களில் கீழே சாய்ந்திருக்கும். காந்த ஊசியின் அச்சுக்கும் கிடைத்தளத்திற்கும் இடையிலுள்ள கோணம் (dip) காந்தச் சரிவுக்கோணம் அல்லது காந்தச் சாய்வு (inclinaion) எனப்படும். புவியின் தென்பாதியில் பெரும்பாலான இடங்களில் காந்த ஊசியின் வடமுனை மேல் நோக்கிச் சாய்ந்திருக்கும்.

பெரும்பாலான காந்த ஊசிக் கருவிகள் தம் காந்த ஊசிகள் கிடைத்தளத்தில் சுழலும் வகையிலேயே அமைந்திருக்கின்றன. எனவே அவை புவிக் காந்தப் புலச் செறிவின் கிடைத்திசை ஆக்கக்கூறை மட்டுமே உணர்ந்து அளவிடும். பெரும்பாலான சோதனைகளிலும் புவியின் கிடைத்திசை காந்தப்புல ஆக்கக்கூறு மட்டுமே கருத்தில் கொள்ளப்படுகிறது. புவியின் காந்தத் தன்மையைப் பற்றி விளக்க முனைகிற இயற்பியல் வல்லுநர்களுக்கும், காந்தத் திசைகாட்டிகளைப் பயன்படுத்திக் கப்பல்களை வழி நடத்திச் செல்கிற அலுவலர்களுக்கும் புவிக் காந்தப்புலத்தையும் இதில் ஏற்படக்கூடிய மாற்றங்களையும் பற்றி விரிவான, துல்லியமான அறிவு இன்றியமையாதது.

புவியின் பரப்பிலுள்ள எந்த ஓர் இடத்திலும் உள்ள புவிக்காந்தப்புலத்தைக் காந்த ஒதுக்கம், காந்தச் சரிவு அல்லது சாய்வு, புவிக் காந்தப்புலத்தின் கிடைச்செறிவு ஆகிய மூன்று அளவுகளின் அடிப்படையில் முழுமையாக வரையறுத்துவிட முடியும். ஓரிடத்திலுள்ள காந்தச் சரிவு, கிடைத்திசை ஆக்கக்கூறு ஆகியவற்றிலிருந்து அவ்விடத்திலுள்ள காந்தப்புலத்தின் மொத்தச் செறிவைக் கணக்கிட்டுவிட முடியும். காந்தப்புலத்தின் கிடைத்திசை ஆக்கக்கூறு H, செங்குத்துத் திசை ஆக்கக்கூறு V, மொத்தச் செறிவு I, காந்தச்சரிவுக் கோணம் θ எனில்,

$$I = H / \cos\theta,\quad V/H = \tan\theta\ ,\quad I = \sqrt{V^2 + H^2}$$

ஓரிடத்தின் காந்த ஒதுக்கத்தை மிக எளிய முறை ஒன்றின் மூலம் கண்டுபிடித்துவிடலாம். இதற்கு உண்மையான வடக்கு-தெற்குத் திசையைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். திறந்த வெளியில் சம தரையில் ஏறத்தாழ ஓர் அடி ஆரம் உள்ள வட்டத்தை வரைய வேண்டும். இதன் மையத்தில் ஏறக்குறைய ஓர் அடி உயரமுள்ள குச்சியைச் செங்குத்தாக நட்டு வைக்க வேண்டும். சூரிய ஒளி அதன் மேற்படவேண்டும். காலை 9 மணி அளவில் குச்சியின் நிழலின் முனை, வட்டத்தை லேசாகத் தொடும். அப்போது அதன் நிலையை வட்டத்தில் குறித்துக் கொண்டு, இவ்விரு நிலைகளிலிருந்தும் வட்டத்தின் மையத்திற்கு இரண்டு ஆரங்களை வரைய வேண்டும்.

இந்த இரண்டு ஆரங்களுக்கும் இடையிலுள்ள கோணத்தை இரு சம பகுதிகளாகப் பிரிக்கும் வகையில் ஓர் இரு சமவெட்டிக் கோடு வரைந்தால் அது அந்த இடத்தின் உண்மையான வடக்கு-தெற்குத் திசையைக் குறிப்பதாக அமையும். அதாவது அது புவிக்கோளத்துருவத் தளம் ஆகும். இப்போது அந்த வட்டத்தின் மையத்தில் ஒரு காந்த ஊசியைக் கிடையான தளத்தில் சுழலும் வகையில் வைத்து, அதன் அச்சின் திசையைத் தரையில் குறிக்க வேண்டும். பின்னர் ஊசியைப் புரட்டி வைத்து மீண்டும் அதன் அச்சின் திசையைத் தரையில் குறிக்க வேண்டும். இந்த இரண்டு அச்சுத்திசைகளுக்கும் இடையிலுள்ள கோணத்தை இரண்டு சமமான பகுதிகளாகப் பிரிக்கும் வகையில் ஓர் இரு சம வெட்டிக் கோட்டை வரைய வேண்டும். இக்கோடு அவ்விடத்தின் புவிக்காந்த முனைத்தளத்தைக் குறிப்பிடுவதாகும். இப்போது புவிக்கோளத் துருவத்தளத்திற்கும் புவிக்காந்த முனைத்தளத்திற்கும் இடையிலுள்ள கோணத்தை அளந்து கொண்டால் அது அந்த இடத்திலுள்ள காந்த ஒதுக்கத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். ஆய்வகங்களில் காந்த ஒதுக்கத்தையும், புவிக்காந்த புலத்தின் கிடைச் செறிவையும் துல்லியமாகக் கண்டுபிடிக்கக் கியூ காந்த அளவி (Kew magnetometer) என்னும் கருவி பயன்படுகிறது.

ஓரிடத்தில் காந்தச் சரிவைக் கண்டுபிடிக்கச் சரிவு வட்டம் (dip circle) என்னும் கருவி உதவும். இதில் ஒரு காந்த ஊசி செங்குத்தான தளத்தில் சுழலும் வகையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இது சரியாகப் புவிக் காந்த முனைத் தளத்தில் அமைந்திருக்கிறபோது காந்த ஊசியின் அச்சுக்கும் கிடைத்திசைக்கும் இடையிலுள்ள கோணம் அளக்கப்படுகிறது. கருவியில் இருக்கக்கூடிய பல பிழைகளை ஈடு செய்வதற்காகக் காந்த ஊசியைத் திருப்பி வைத்தும், அதைக் காந்த நீக்கம் செய்து எதிர்த்திசையில் காந்தமேற்றியும், காந்த ஊசியை 180^0C சுழற்றியும், காந்த ஊசியின் இரு முனைகளிலும் அளவெடுத்தும் 16 அளவீடுகள் எடுக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் சராசரியே அவ்விடத்தின் காந்தச்சரிவு ஆகும். புவிகாந்தப் புலத்தின் கிடைத்திசை ஆக்கக்கூறு மறைந்துபோகிற இடங்களில் செங்குத்துத் தளத்தில் சுழலக்கூடிய ஒரு காந்த ஊசி செங்குத்தாக நிற்கும். இத்தகைய இடங்கள் சரிவு முனைகள் எனப்படும். இத்தகைய இரண்டு முதன்மையான இடங்கள் புவியில் வட துருவத்திற்கும், தென் துருவத்திற்கும் அருகிலமைந்துள்ளன. இன்று அவை 75.5^0 வடக்கு 101^0 மேற்கு என்னும் இடத்திலும், 65.5^0 தெற்கு, 140.3^0 கிழக்கு ஆகிய இடங்களிலும் அமைந்திருக்கின்றன. விட்ட எதிர் முனைகளில் அமையா. இவை ஒவ்வொன்றும் மற்றதற்குப் புவிக்கோளத்தில் நேர் எதிரான புள்ளிகளிலிருந்து 2500 கி.மீட்டருக்கும் மேலாகத் தள்ளி அமைந்திருக்கின்றன. புவியின் மொத்தக் காந்தப்புலச் செறிவு இந்தக் காந்த முனைகளில் பெரும் அளவாக இருக்கிறது. இது வடசரிவு முனையில் 0.6 காஸுக்குச் சற்றே அதிகமாகவும் தென் சரிவு முனையில் 0.7 காஸுக்குச் சற்றே அதிகமாகவும் உள்ளது. புவிப் பரப்பின் சில குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் புவிக்காந்தப் புலத்தின் மொத்தச் செறிவு 3 காஸுக்கு மேல் போயிருக்கிறது. அவ்விடங்களில் காந்தத் தன்மையுள்ள கனிமத் தாதுக்கள் செறிந்துள்ளமையே இதற்குக் காரணம். இது முற்றிலும் தல அளவிலான ஒரு நிகழ்வே ஆகும்.

புவிக் காந்த முனைகள் புவிக்கோணத் துருவங்களுடன் சேர்ந்திருக்கவில்லை என்பது வியப்பூட்டுவதாகும். வட காந்த முனை துருவத்திலிருந்து ஏறத்தாழ 1500 கி.மீ தள்ளி, வட கனடாவின் கடற்கரைக்கு அப்பால் அமைந்திருக்கிறது. இதே போலத் தென்காந்த முனை அண்டார்டிக்காவின் விளிம்புக்கு அருகில் ராஸ் கடலுக்கு மேற்கே தென் துருவத்திலிருந்து ஏறத்தாழ 1500 கி.மீ. தள்ளி அமைந்துள்ளது. மேலும் இவை புவிக் கோளத்தில் ஒன்றுக்கொன்று நேர் எதிரான புள்ளிகளில் அமைந்திருக்கவும் இல்லை. இவற்றை இணைக்கின்ற நேர்கோடு புவியின் மையத்தின் வழியாகச் செல்வதில்லை. இந்த நேர்கோடு புவியின் காந்த அச்சு எனப்படுகிறது. மேலும் கிழக்கிலிருந்து மேற்காகப் பயணம் செய்யும்போது காந்தத் திசைகாட்டி ஊசியின் வடமுனை காட்டும் திசைக்கும் உண்மையான வடக்குக்கும் இடையில் உள்ள வேறுபாடு ஒழுங்கற்ற முறையில் மாறிக்கொண்டே இருக்கிறது. கொலம்பஸ் ஐரோப்பாவிலிருந்து மேற்கு நோக்கி முதன்முறையாகப் பயணம் செய்யும்போது திசைக்காட்டிக் கருவி இவ்வாறு மாறியமையைக் கண்டார். ஆனால் மாலுமிகளுக்கு இது தெரிந்தால் அவர்கள் அச்சமுற்றுப் பயணத் திட்டத்தைக் கைவிட்டுவிடக் கூடும் எனக் கருதிக் கொலம்பஸ் இந்த உண்மையை வெளிச் சொல்லாமல் இருந்து விட்டார் எனக் கூறப்படுகிறது.

காந்தத் திசையறி கருவிகள் திசை காட்டுவதற்கு நம்பகமானவையாக அமையாமைக்கு இது ஒரு காரணம். நவீன கப்பல்களிலும் விமானங்களிலும் காந்தத் திசையறி கருவிகளுக்குப் பதிலாகச் சுழலித் திசையறி கருவிகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. காந்தத் திசையறி கருவிகளில் பல குறைபாடுகள் இருந்தபோதிலும் அவை

பல நூற்றாண்டுகளாக மனித இனத்திற்குப் பயனுள்ள வகையில் பணியாற்றி வந்திருக்கின்றன. காந்த ஊசியின் வட முனைக்கும் உண்மையான வடக்குத் திசைக்குமுள்ள வேறுபாட்டைத் திருத்திவிடலாம். 1581 இல் ராபர்ட் தார்மன் என்னும் ஆங்கிலேயர் உலகின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் காந்த ஊசி காட்டுகிற திசைகளைக் குறிக்கும் திணைப்படம் ஒன்றை முதன்முதலாக உருவாக்கினார். இதிலிருந்து உலகின் வெவ்வேறு இடங்களிலுள்ள காந்த ஒதுக்கங்களை அறிய முடியும். ஒரே அளவான காந்த ஒதுக்கங்கள் உள்ள இடங்களை இணைக்கும் கோடுகள் சமகாந்த ஒதுக்கக் கோடுகள் (isogonic lines) எனப்படும். அவை வடகாந்த முனையிலிருந்து தென் காந்த முனைக்கு வளைந்து வளைந்து செல்கின்றன. இந்தத் திணைப் படங்களை அடிக்கடி மாற்றியமைக்க வேண்டியிருக்கிறது. ஏனெனில் ஒரே இடத்தில்கூடக் காந்த ஒதுக்கம் காலத்தோடு மாறுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக லண்டனிலுள்ள காந்த ஒதுக்கம் 200 ஆண்டுகளில் 32° மாறியிருக்கிறது. 1600இல் இது 8^{0} வடக்கு-கிழக்கில் இருந்தது. இது நாளடைவில் இடம் புரியாகச் சுழன்று 1800இல் 24^{0} வடக்கு-மேற்காகப் போய்விட்டது. அப்போதிருந்து அது மீண்டும் திரும்பிச் செல்லத்தொடங்கி 1950ஆம் ஆண்டில் வடக்கு - மேற்கில் 8^{0} அளவிலேயே இருந்தது.

ஓரிடத்தின் காந்தச் சரிவும் காலம் செல்லச் செல்ல மாறுகிறது. உலகின் பரப்பில் சம அளவான காந்தச் சரிவுகளைக் கொண்ட இடங்களை இணைக்கும் கோடுகள் சமகாந்தச் சரிவுக் கோடுகள் (isoclinic lines) எனப்படும். இவற்றையும் அடிக்கடி மாற்றி அமைத்துக் கொண்டே இருக்கவேண்டும். மேலும் புவியின் காந்தப் புலச் செறிவும் அட்சக்கோடு எண் மதிப்புடன் அதிகரிக்கிறது. இது நிலநடுக்கோட்டுப் பகுதிகளில் இருப்பதைவிடக் காந்த முனைப்பகுதிகளில் மூன்று மடங்கு மிகுதியாக இருக்கிறது. இந்தச் காந்தச் செறிவும் எப்போதும் மாறிக்கொண்டே இருக்கிறது. புவிப் பரப்பில் சமமான காந்தப்புலச் செறிவுள்ள புள்ளிகளை இணைக்கும் கோடுகள் சம காந்தப்புலச் செறிவுக் கோடுகள் (isodynamic lines) எனப்படும். இக்கோடுகளையும் அடிக்கடி திருத்தி வரைந்து கொண்டே இருக்க வேண்டியிருக்கிறது.

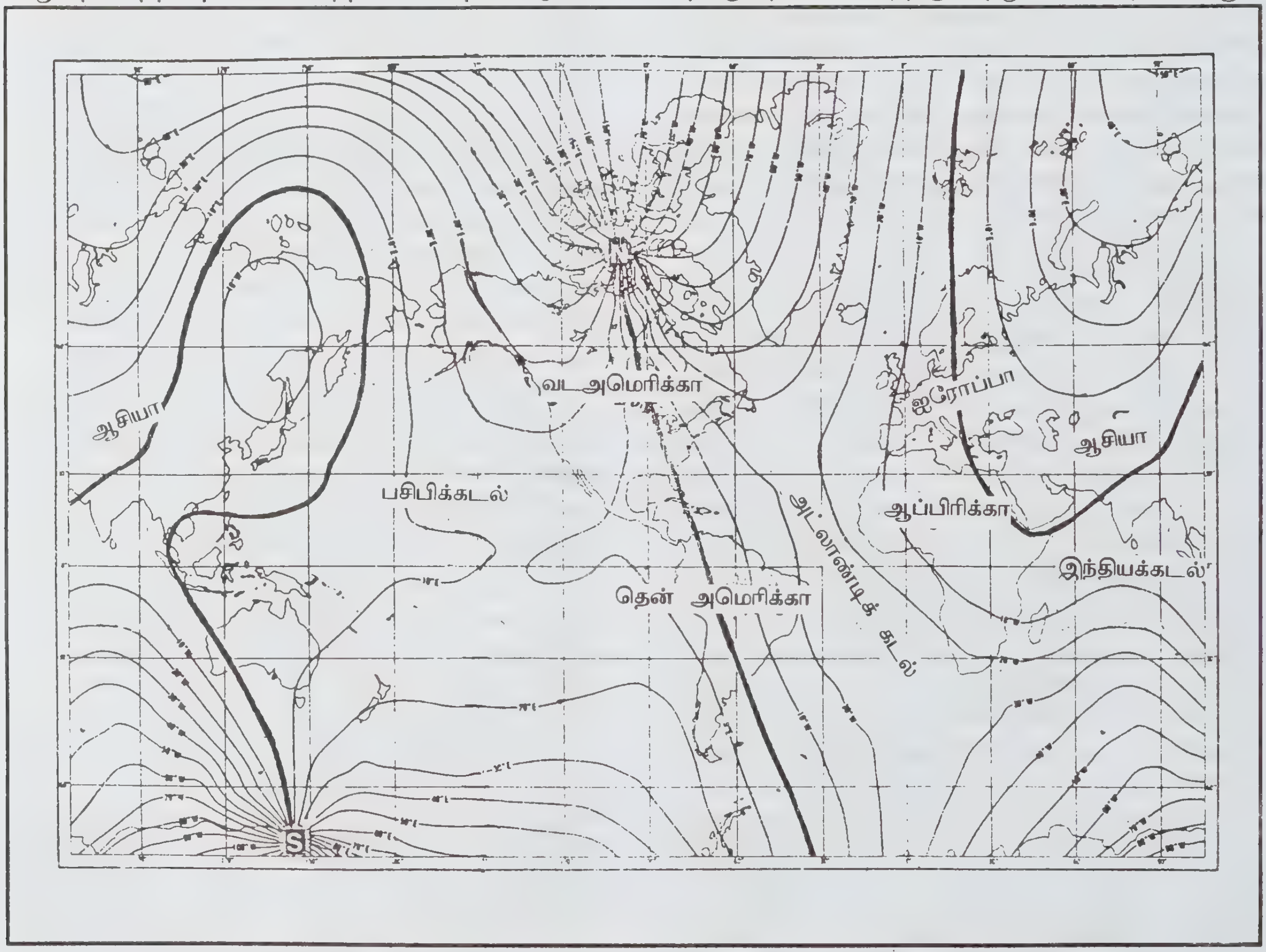
புவியின் மொத்தக் காந்தப்புலச் செறிவும் மாறுகிறது. சிறிது காலமாக அது குறைந்துகொண்டே வருகிறது. 1670ஆம் ஆண்டிலிருந்து இன்று வரை அது தன் மொத்தச் செறிவில் 15% இழந்துவிட்டது. இந்நிலை தொடர்ந்து நீடித்தால் ஏறக்குறைய 4000 ஆம் ஆண்டில் அதன் மதிப்பு சுழியாகிவிடும். அதன் பின்னர் அது மேலும் குறையக் கூடுமானால் அதன் திசை மாறிவிடும். வட காந்த முனை அண்டார்க்டிக்காவுக்கும் தென் காந்த முனை வடதுருவத்திற்கும் இடம்பெயர்ந்துவிடும். இவ்வாறாயின் புவியின் காந்தப்புலம் காலாந்தரமாகக் குறைந்து சுழியாவதும் பின்னர் எதிர்த்தன்மையில் உயருவதும் பெரும நிலையை எட்டிய பின்னர் மீண்டும் குறையத் தொடங்குவதுமான ஒரு சுழல் நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கிறதாக ஊகிக்க வேண்டியிருக்கிறது. இது உண்மைதானா என்பதை அறிய எரிமலைப் பாறைகளைப் பகுப்பாய்வு செய்து பார்ப்பது ஒருமுறை. உருகிய பாறைக் குழம்பு இறுகும்போது அதிலுள்ள காந்தத் தன்மை கொண்ட படிகங்கள் காந்தப்புலத்திற்கு இணையாகத் தம் காந்தஅச்சுகள் அமையுமாறு திரும்பிப் பொருந்திவிடுகின்றன. 1906ஆம் ஆண்டிலேயே பெர்னார்டு புரூனஸ் என்னும் பிரஞ்சு இயற்பியல் வல்லுநர் சில பாறைகளில் உள்ள காந்தப்படிகங்களின் காந்த அச்சுகள் தற்போது உள்ள காந்தப்புலத்திற்கு நேர் எதிரான திசையில் அமைந்துள்ளமையைக் கண்டுபிடித்தார். இந்தக் கண்டுபிடிப்பை அப்போது எவரும் பொருட்படுத்தவில்லை. ஆனால் இன்று அது ஒரு மறுக்க முடியாத உண்மை ஆகிவிட்டது. இந்தப் பாறைப் படிகங்கள் புவியின் காந்தப்புலம் அடிக்கடி திசைமாறியிருக்கிறது என்று தெரிவிக்கின்றன. பல வகையான கால இடைவெளிகளில் கடந்த 45 மில்லியன் ஆண்டுகளில் புவியில் காந்தப்புலம் குறைந்தது 150 முறை திசை மாறியிருக்கிறது.

இந்நிகழ்வில் கடலடித் தரையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட விளைவுகள் பெரும் வியப்பூட்டக்கூடியவை. கடலடித் தரையிலுள்ள பிளவுகளிலிருந்து உருகிய பாறைக் குழம்பு வெளிப்பட்டுப் பரவுவது மெய்ப்பிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இத்தகைய பெரும் பிளவு ஒன்று உலகப் பிளவு (global rift) எனப்படுகிறது. இதிலிருந்து கிழக்குத் திசையிலோ, மேற்குத் திசையிலோ போய், பாறைப் படிகங்களில் உள்ள காந்த அச்சுத் திசைகளைக் கவனித்தால், 50 ஆயிரம் முதல் 20 மில்லியன் ஆண்டுகள் வரையான இடைவெளிகளில் புவியின் காந்தப்புலம் திசை திரும்பியதற்கான சான்றுகள் கிடைக்கின்றன. இந்நிகழ்வை விளக்குவதற்குக கடலடித் தரை விரிவடைவதாகவும், புவியின் காந்தப்புலம் திசை மாறுவதாகவும் ஏற்றுக்கொள்ளலாம். ஆனால் இத்தகைய காந்தப்புலத் திசை மாறல்களுக்கான காரணங்களை உறுதிப்படுத்துவது மிகவும் கடினமாய் இருக்கிறது. புவிக் காந்தப் புலத்தில் நெடுங்கால நெடுக்கத்தில் ஏற்படும்

மாறுதல்களுடன்கூட அன்றாடம் ஏற்படும் குறுகிய கால மாற்றங்களும் காணப்பட்டிருக்கின்றன. புவியின் காந்தப் புலத்திற்கும் சூரியனுக்கும் இடையில் ஏதோ ஒரு வகையான தொடர்பு இருக்கக்கூடும் என்று இதன் மூலம் தெரிய வருகிறது. மேலும் சில நாள்களில் காந்த ஊசி வழக்கத்திற்கு மாறான தன்மையில் விறுவிறுப்பான அசைவு காட்டுகிறது. இந்த நாள்களில் சூரியனிலிருந்து வரும் காந்தப்புயல்கள் புவியைத் தாக்குவது கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இக்காலங்களில் துருவ ஒளிகள் மிகுதியான செறிவுடன் காணப்படுவதை 1759ஆம் ஆண்டிலேயே ஜான் காண்டன் என்னும் ஆங்கில இயற்பியலார் தெரிவிக்கிறார். தடித்த கோடுகள் சுழி ஒதுக்கமுள்ள கோடுகளைக் குறிக்கின்றன. N என்பது வட காந்தமுனை; S என்பது தென் காந்தமுனையாகும்.

புவிப் பரப்பின் மேல் காந்தப் புலத்தின் பண்புகள் மாறுகிற விதத்தைச் சம காந்தப் பண்புக்கோடுகள் (isomagnetic lines) வரையப்பட்ட திணைப் படங்களிலிருந்து புரிந்து கொள்ளலாம். முதல் படத்தில் 1955ஆம் ஆண்டுக்கான சம காந்தச் சரிவுக் கோடுகளும் இரண்டாம் படத்தில் சம காந்த ஒதுக்கக் கோடுகளும் காட்டப்பட்டுள்ளன. புவிக்குள் உருவாகிற புவிக்காந்தத் தன்மைக்கும் புவியின் புவியியல், புவிக்கோளவியல் தன்மைக்கும் இடையில் குறிப்பிடத்தக்க ஒற்றுமை ஏதும் காணப்படாமை கருதத்தக்கது. சம காந்தப் பண்புக் கோடுகள் கண்டங்களிலிருந்து கடல்களுக்கு எவ்வித மாற்றமும் இன்றிப் பரவுகின்றன. கடலுக்கடியில் மறைந்துள்ள பெரும் நில மடிப்புகளாலும், வரிப்பள்ளங்களாலும் இவை பாதிக்கப்படுவதில்லை எனலாம்.

ஒரு சீராகக் காந்தமேற்றப்பட்ட கோளத்தின் காந்தப்புலம் புவியின் காந்தப்புலத்தைப் போலவே ஏறக்குறைய அமைந்திருக்கிறது என்பதை 1839ஆம்

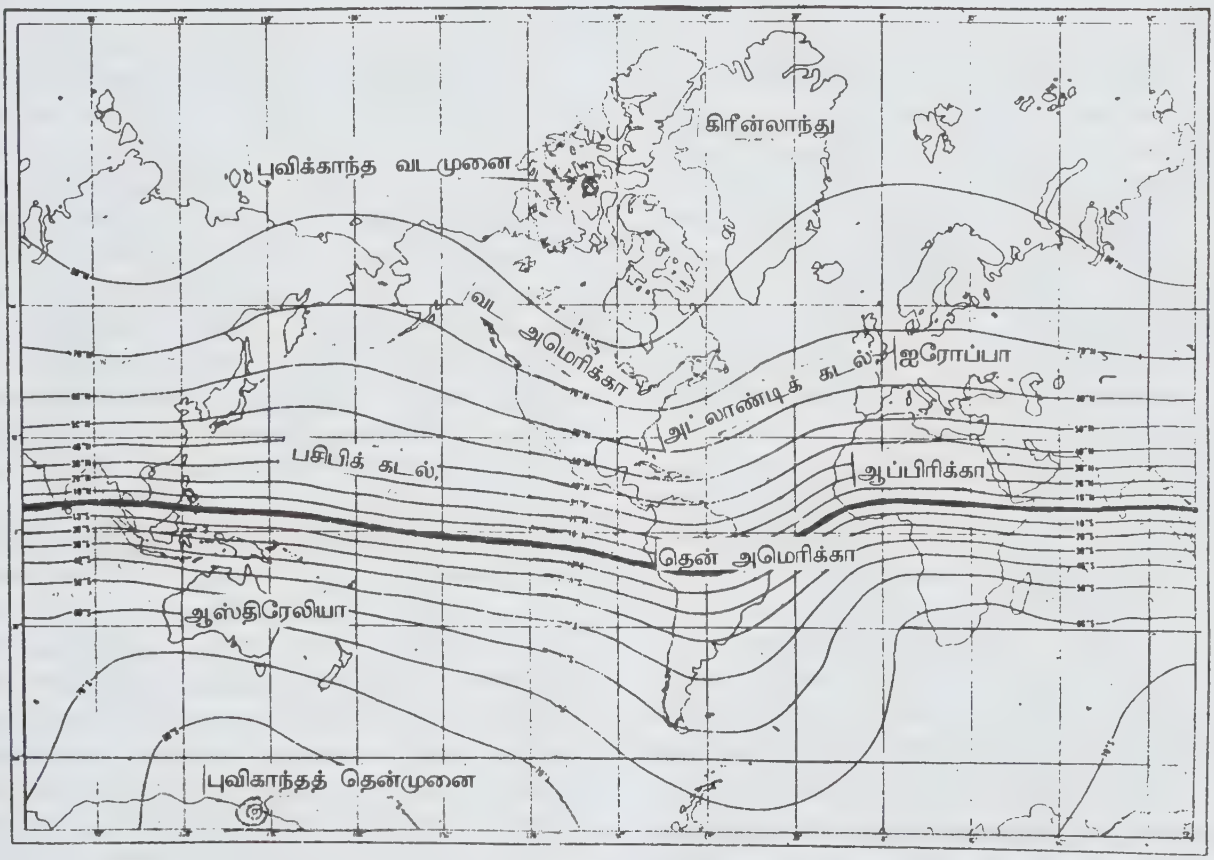


படம் 1. 1955ஆம் ஆண்டில் உலகம் முழுவதிலும் காணப்பட்ட சம ஒதுக்கக் கோடுகள்

ஆண்டில் காஸ் நிகழ்த்திக் காட்டினார். இதற்கு ஏறத்தாழ 250 ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே வில்லியம் கில்பர்ட் தம் ஆய்வுகளின் மூலம் இதே முடிவுக்கு வந்துவிட்டார். புவி என்னும் இருமுனைக் காந்தத்தின் அச்சு, புவிப் பரப்பைச் சந்திக்கிற இடங்கள் புவிக் காந்தமுனைகள் எனப்படும். புவிக்காந்த அச்சு புவிக்கோள அச்சுக்கு ஏறக்குறைய 11^0 அளவில் சாய்ந்திருக்கிறது.

1635இல் ஜெல்லிபிராண்ட் என்பார் காந்த ஒதுக்கம் காலத்தோடு மாறுவதைக் கண்டுபிடித்தார். இத்தகைய மாற்றம் நெடுங்கால மாற்றம் (secular) எனப்படும். இது அனைத்துக் காந்தத் தனிமங்களிலும் காணப்படுகின்ற நிகழ்வு. புவியின் பரப்பிலுள்ள காந்தப் புலத்தைப் பகுப்பாய்வு செய்து பார்க்கும்போது அது புவிக்குள்ளிருக்கிற காரணிகளால் தோன்றுவதாகத் தெரிய வருகிறது. இந்தப் புறப்பரப்புக் காந்தப் புலத்தின் மேல் ஒரு விரைவாக மாற்றம் அடையும் வெளிக் காந்தப் புலம் மேற்பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. இது குறுகியகாலம் நீடிக்கிற நிலையற்ற ஏற்ற இறக்கங்களை உண்டாக்குகிறது. இந்த ஏற்ற இறக்கங்கள் புவியின் காந்தப்புலத்தில் பெரிய அளவிலோ நீடித்து நிற்கிற அளவிலோ மாற்றங்கள் எதையும் ஏற்படுத்துவதில்லை. இவை பெரும்பாலும் அயனிக் கோளத்தில் குழப்பம் ஏற்படுத்தி மேல் வளி மண்டலப் பகுதிகளில் காந்தப் புயல்களையும் துருவ ஒளிகளையும் உண்டாக்குகிற சூரியக் கதிர்களினால் ஏற்படுகின்றன.

புவியின் முதன்மையான காந்தப்புலம் எவ்வாறு தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்பதைப் பற்றிப் பல விதமான ஊகங்கள் வெளியிடப்பட்டிருக்கின்றன. ஆனால், அவை எவையும் நிறைவு தரும் வகையிலில்லை. புவியின் உள்ளகமாக அமைந்துள்ள இரும்புப் பகுதி மட்டுமே



தடித்த கோடு காந்த நிலநடுக்கோட்டைக் குறிக்கிறது.

படம் 2. 1955ஆம் ஆண்டில் உலகம் முழுவதிலும் காணப்பட்ட சமசரிவுக் கோடுகள்

புவியின் காந்தத்தன்மைக்கு மூலமாக இருக்கக்கூடும் எனத் தோன்றுகிறது. புவியின் உள்ளகம் மின் கடத்தக் கூடியதாக நீர்ம நிலையில் இருக்கிறது. இதில் தோன்றும் மின்னோட்டங்கள் உருவாக்குகிற ஏதோ ஒரு வகையான மின்காந்தத் தூண்டல் புவியின் காந்தத் தன்மைக்குப் பொறுப்பாக இருக்கலாம் என ஊகிக்கப்படுகிறது. தொடக்கத்தில் உள்ளகத்தில் தோன்றிய வேதிநிலை வேறுபாடுகள் மின்களைப் பிரித்துவிட்டு, ஒரு மின்கலத்தில் ஏற்படுவது போன்ற விளைவை ஏற்படுத்தி மின்னோட்டங்களைத் தொடங்கிவிட்டிருக்கக்கூடும். புவி பிறந்த நாளிலிருந்தே அதற்குக் காந்தத்தன்மை இருந்து வந்திருக்கிறது எனத் தொல் காந்தவியல் ஆய்வுகள் காட்டுகின்றன. அன்றிலிருந்து இன்று வரை அதன் காந்தப்புல வலிமையிலும் பெரிய அளவிலான மாற்றம் ஏதும் ஏற்பட்டு விடவுமில்லை. புவியில் உருவாகும் மின்னோட்டங்கள், ஜூல் வெப்ப விளைவு காரணமாக 10,000 ஆண்டுகளுக்குள்ளேயே வலிவிழந்து மறைந்து போய்விடும். ஆனால் புவியோ 4×10^9 ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே தோன்றிவிட்டது. எனவே, புவிக் காந்தத்தன்மை கடந்த காலத்தின் விளைவுகளால் விட்டுச் செல்லப்பட்டதாக இருக்க முடியாது. புவியின் காந்தப்புலம் தொடர்ந்து உண்டாக்கப்பட்டுப் பராமரிக்கப்படுகிற வகையில் மின்னோட்டங்களைப் புவியின் உட்பகுதிக்குள் உண்டாக்கிக் கொண்டிருக்கிற ஏதோ ஒருசெயல் முறையைக் கண்டுபிடித்தாக வேண்டும். மின்னாக்கிகளின் தத்துவத்தின் அடிப்படையிலான ஒரு நிகழ்வு அத்தகைய செயல்முறையை உண்டாக்கிக் கொண்டிருக்கக்கூடும். புவிக்குள் நீர்ம நிலையில் இருக்கிற உள்ளகத்தில் உள்ள பாய்மங்கள் மின்களைச் சுமந்து கொண்டு சுற்றி வருவதால் ஏற்படும் மின்னோட்டங்கள், மின் காந்தத்தூண்டல் நிகழ்வின் காரணமாகப் புவியின் காந்தப்புலத்தை உண்டாக்கிக் கொண்டிருக்கலாம். இதற்கான ஆற்றல், பாய்மங்களின் இயக்க ஆற்றலிலிருந்து பெறப்படும். 1882ஆம் ஆண்டிற்குரிய புள்ளிச் செயல்கள் பெருமமாக இருந்தபோது உலகம் முழுவதிலும் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் புவியின் காந்தப்புலத்தின் 98% புவியின் உள்ளே இருக்கிற காரணிகளாலும் எஞ்சிய பகுதி மேல் வளிமண்டலச் செயல்களாலும் ஏற்படுவதைக் காட்டியுள்ளன.

புவிக்காந்தத் தன்மையைப் பற்றிய கொள்கைகள். தோராயமாகப் புவியை ஒரு சீராகக் காந்தமேற்றப்பட்ட கோளமாகக் கொள்ளலாம். இதன் காந்தமாக்கல் செறிவு I எனலாம். இப்போது புவி, அதன் மையத்தில் அமைந்திருக்கிறதும் $4/3\ \pi r^3\ I$ என்னும் காந்தத் திருப்புத்திறன் உள்ளதுமான ஒரு குட்டைக் காந்தத்திற்குச் சமமாகிவிடும். இங்கு r என்பது புவியின் ஆரம். புவியிலுள்ள காந்தச் சூழ்நிலைகளைக் குறிப்பிட இந்தக் கற்பனைக் காந்தத்தின் அச்சு, புவியின் அச்சிலிருந்து ஒரு சிறிய கோணத்தில் சாய்ந்திருக்கும். புவியின் வட காந்த முனை ஒரு சட்டக் காந்தத்தின் தென் முனைக்கு நேரிணையாக இருக்கும். λ என்னும் பாகைக் கோட்டில் அமைந்த ஒரு புள்ளியில் செங்குத்துப் புலச் செறிவு $2M \sin\lambda / r^3$ ஆகவும் கிடைப்புலச் செறிவு $M \cos\lambda / r^3$ ஆகவும் இருக்கும். சரிவு $\tan^{-1}(2\tan\lambda)$ ஆகும். இவ்வாறு சீராகக் காந்தமேற்றப்பட்ட கோளத்தின் காந்தமாக்கல் செறிவு 0.08 அலகு அளவில் இருந்தால்தான் புவிப் பரப்பில் உள்ள மொத்தக் காந்தப்புலச் செறிவைக் கணக்கிட முடியும். ஆனால் இது ஒரு தோராயமேயாகும். ஏனெனில் புவியின் காந்தத்தன்மை மிகவும் சிக்கலானதும் காலாந்தரத் தன்மையில் மாறுகிறதாயும் உள்ளது. இரும்பை 1500 அலகு வரையான காந்தமாக்கல் செறிவுக்குக் காந்தமேற்ற முடியும். ஆனால் இரும்பாலான ஒரு காந்தக்கோளத்திற்கு 100 அலகு வரையே காந்தமாக்கல் செறிவை ஏற்படுத்த முடியும். புவியின் புறப்பரப்புப் படலங்களை 0.08 அலகு அளவுக்குக் காந்தமேற்ற முடியும். இது மேற்சொன்ன எளிய கொள்கைக்கு இசைவானது. எனவே புவியின் உட்பகுதியில் பெரும் அளவிற்குக் காந்தமேற்றப்பட்ட அயக் காந்தப் பொருள்கள் நிறைத்திருக்கவேண்டும் எனத் தோன்றுகிறது. புவிக்குள் 20 கி.மீட்டருக்கு மேற்பட்ட ஆழங்களில் பெரும் வெப்பம் காணப்படும். இந்த உயர் வெப்பநிலைகளில் இரும்பு தன் காந்தத் தன்மையை இழந்துவிடும். உயர் அழுத்தங்களின் காரணமாக இரும்பு உயர் வெப்பநிலைகளிலும் கூடத் தன் காந்தத் தன்மையைத் தக்க வைத்துக்கொள்வதாயிருக்கலாம் என ஒரு கருத்து வெளியிடப்பட்டது. ஆனால் ஆய்வகப் பரிசோதனைகள் அழுத்தம் உயரும்போது அயக்காந்தப் பொருள்களின் காந்தமாக்கல் செறிவு குறைவதைக் காட்டியுள்ளன. எனவே நிலைக்காந்தத் தன்மை காரணமாகப் புவியின் காந்தப்புலம் தோன்றியிருக்க முடியாது எனத் தெரிகிறது. இவ்வாறு புவியின் காந்தத் தன்மை ஒரு காரணத்தால் மட்டும் ஏற்பட்டிருக்க முடியாது எனவும் பின்வரும் பல காரணிகள் அதைத் தோற்றுவித்திருக்கலாம் எனவும் நம்பப்படுகிறது. அவை, புவிக்குள் உள்ள காந்தப் பொருள்கள், புவிக்குள் உண்டாக்கப்படும் மின்னோட்டங்கள், வளிமண்டல மின்னோட்டங்கள், சூரியனின் கதிர் வீச்சுகள், காஸ்மிக் கதிர்கள், சந்திரனின் விளைவு என்பன.

1957-58ஆம் ஆண்டில் அனுசரிக்கப்பட்ட அனைத்து நாட்டுப் பூகோளவியல் ஆண்டில் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் புவியின் காந்தத் தன்மை மேற்சொன்ன காரணங்களால் ஏற்படலாம் எனக் காட்டியுள்ளன. செயற்கைத் துணைக்கோள், ஏவுகணை ஆகியவற்றின் உதவியுடன் அண்மைக் காலத்தில் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் புவிப்பரப்பிலிருந்து 1000 கி.மீ. உயரத்திலும் 10,000 கி.மீ உயரத்திலும் உயர் செறிவுள்ள மின்துகள்கள் பரவியிருக்கிற இரண்டு மண்டலங்கள் அமைந்துள்ளமையைக் காட்டியுள்ளன.

11 ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை சூரியப் புள்ளிகள் பெரும் அளவில் தோன்றுகின்றன. அப்போது புவிக்காந்தவியல் அளவுகளில் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. இம்மாற்றங்களிலும் 11 ஆண்டுக்காலச் சுழற்சித் தன்மை காணப்படுகிறது. சூரியப் புள்ளிகள் தோன்றும்போது புவிக் காந்தவியல் அளவுகளில் ஏற்படும் திடீர் மாற்றங்கள் காந்தப்புயங்களால் ஏற்படுவது காணப்பட்டிருக்கிறது.

- கே.என். ராமசந்திரன்

துணைநூல். S. Ramamoorthi, *Electricity and Magnetism,* The National Publishing Company, Madras, 1972.

நிலக்குமிழ்

இதைச் சிறுகுமிழ், குமிழ்க்கொடி, சிறுகுமிளான், முட்குமிழ், காட்டுக் கோதிகம் என்றும் கூறுவதுண்டு. வெர்பெனேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இதன் தாவரப்

நிலக்குமிழ் (*Gmelina asiatica*)

பெயர் கமேலினா ஆசியாட்டிகா (Gmelina asiatica) என்பதாகும். க.பார்விஃபோலியா (G.Parvifolia) என்பது இதன் இணை தாவரப்பெயர். இச்செடியை இலங்கை, தென்னிந்தியா, வங்காளம் ஆகிய இடங்களில் காணலாம். தமிழகத்தில் கடற்கரையோரமுள்ள பிச்சாவரக் காட்டில் காணலாம்.

அமைப்பு. இது முள்களுடன் கூடிய பெரிய குறுஞ்செடி. சில நேரங்களில் ஏறுகொடியாகவும் இருக்கும். முள்களின் நீளம் 2.5 செ.மீ. இலைகள் எதிரடுக்கில் நீள்முட்டை-முட்டை வடிவில் முழுமையாகவோ பற்களுடனோ இருக்கும். இலைக்காம்பு 1 செ.மீ. நீளமானது. ரெசீம்கள் 8 செ.மீ. நீளத்தில் இலைக்கோணங்களிலோ உச்சியிலோ உண்டாகின்றன. பூவடிச்செதில்கள் சிறியவை. மணி வடிவப் புல்லி இதழ்கள் 6மி.மீ. அளவானவை. அல்லி இதழ்கள் சாய்வானவை. 2.5 செ.மீ. குறுக்களவில் பொன் மஞ்சள் நிறமானவை.

அல்லிக்குழல் 1.5 செ.மீ. நீளமானது. ஒழுங்கற்ற மகரந்தத்தாள்கள் நான்கு; ஊசல் போன்ற மகரந்தப்பைகள் 2.5 மி.மீ. அளவானவை. சூல்பை நான்கு அறை கொண்டது. ஒவ்வோர் அறையிலும் ஒரு சூல் இருக்கும். சூலகமுடி குறுகியும் இருபிளவாகவும் இருக்கும். மஞ்சள் நிறக் கனி, சாறுள்ள உள் ஒட்டுச் சதைக்கனி (drupe) ஆகும். நீள்சதுர விதைகளின் புறவுறை மெல்லியது. மூளைசூழ்தசை இல்லை. வித்திலைகள் சதைப்பற்றானவை. இம்மரத்தில் மார்ச்-மே மாதத்தில் பூக்கள் மிகுதியாக இருக்கும்.

பயன். இதன் இலையும் வேரும் மருந்தாகின்றன. இதைப் போர்ச்சுகீசியர் நஞ்சுகளைப் போக்குவதற்குப் பயன்படுத்தியதாகக் கூறப்படுகிறது. இதனால் வாதக்கடுப்பு, வாதப்பிடிப்பு, வெட்டைச்சூடு முதலியவை போகும். இலையைச் சிறிதுநேரம் நீரில் அலசிக் கழுவினால் நீர் குழம்பாகத் தடிப்பேறும். இதனை உட்கொண்டால் கழிச்சல், மேகவெட்டை, நீர்க்கடுப்பு, குழந்தைகளின் குருதிக் கழிச்சல், வெப்பம் முதலியன குணமாகும். நிலக்குமிழிலிருந்து மத்துக்குச்சிகள் தயாரிக்கலாம். இலைகளைக் கால்நடைகளுக்குத் தரலாம். இது வேலி அடைக்கவும், வேலியாகவும் பயனாகும்.

- **கோ. அர்ச்சுனன்**

நிலச்சம்பங்கி

இதன் தாவரவியல் பெயர் பாலியாந்தஸ் டியூபரோசா *(Polianthes tuberosa)* என்பதாகும். இதைச் சிலர் அமரில்லிடேசி என்னும் குடும்பத்திலும், சிலர் அகவேசி என்னும் குடும்பத்திலும் சேர்த்துள்ளனர். பாலியாந்தஸ் என்னும் கிரேக்கச் சொல்லுக்கு வெள்ளை அல்லது ஒளிரும் மலர்கள் என்னும் பொருளுண்டு.

இத்தாவரம் மெக்சிகோ நாட்டைச் சேர்ந்ததாயினும் வெப்ப நாடுகளில் இதன் நறுமணமிக்க மலர்களுக்காகப் பெருமளவில் பயிரிடப்படுகிறது. இது குமிழ்த்தண்டு போன்ற வேர்க்கிழங்கைப் பெற்ற சிறு செடியாகும். இதன் தண்டு கிளைகளற்று ஏறத்தாழ 50-100 செ.மீ. வளரும் தன்மையுடையது. இதன் இலைகள் புல் போன்று நீளமாக மையப் பள்ளத்துடன் காணப்படும்.

இவ்விலைகள் தண்டின் அடியில் முளைவேர் (radicle) அமைப்பிலும் தண்டின் மேற்பகுதியில் மாற்று இலையடுக்கத்திலும் அமையும். மலர்கள் தண்டின் நுனியில் மஞ்சரியில் அமைந்துள்ளன. மஞ்சரியிலுள்ள ஒவ்வொரு பூவடிச் செதிலின் கோணத்திலும் இரண்டிரண்டு மலர்கள் இருக்கும். இம்மலர்கள் புனல் போன்ற வடிவத்துடன் மெழுகு போன்ற வெண்ணிறத்தில் காணப்படும். பொதுவாக ஒரு மலரின் நீளம் 4-6 செ.மீ. இருக்கும். இதில் ஆறு பூவிதழ்கள் (perianth) அடுக்கிற்கு மூன்றாக இரண்டு அடுக்குகளில் அமைந்துள்ளன. பூவிதழ்கள் இணைந்து அடியில் குறுகிய குழாய்ப் பகுதியையும் மேற்பகுதியில் அகன்ற ஆறு மடல்களையுடைய பகுதியையும் தோற்றுவிக்கின்றன.

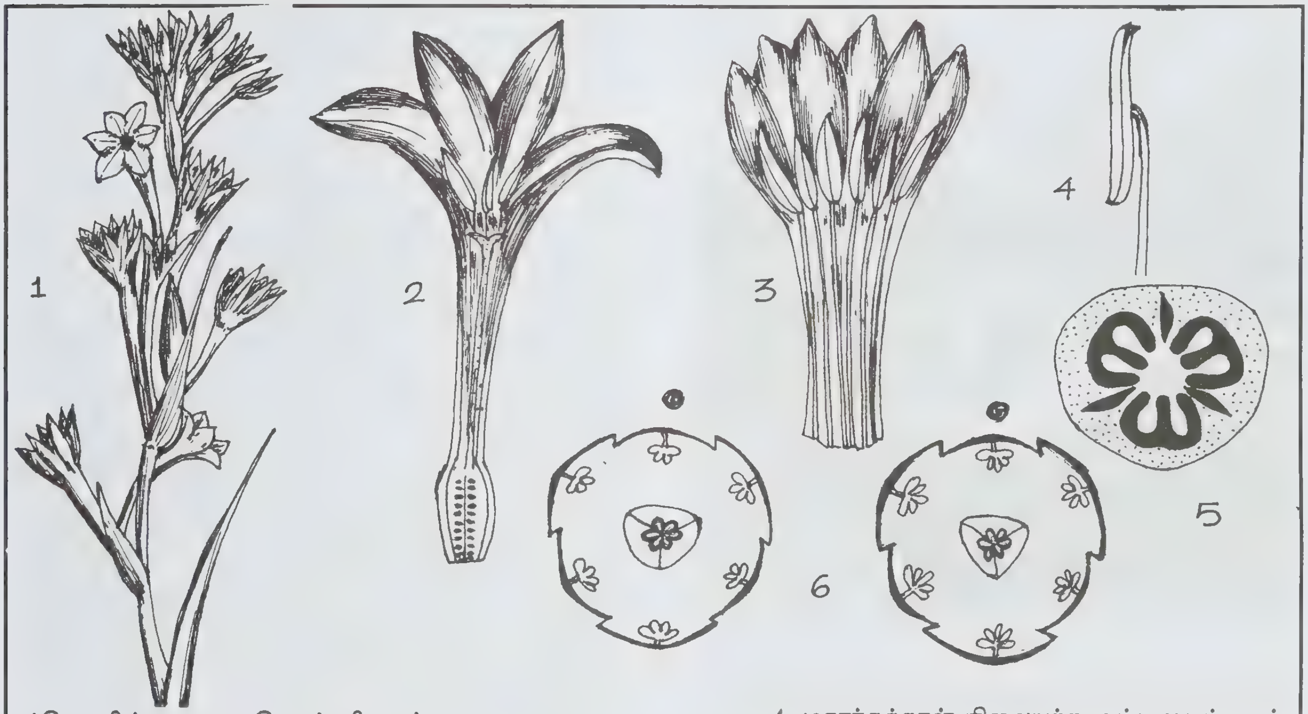
இதழ்கள், தொடு இதழ் ஒழுங்கு (valvate aestivation) உடையவை. மலர்களில் ஆறு மகரந்தத்தாள்கள் குழல் பகுதியில் ஒட்டிக் கொண்டு உள்ளடங்கி இருக்கும். மகரந்தப் பைகள் நிலையற்ற அமைப்பில் (versatile) மகரந்தக் கம்பியுடன் இணைந்துள்ளன. சூலகம் மூன்று சூலக இலைகளாலானது; சூலக இலைகள் இணைந்தவை; சூல்பை கீழ்மட்டமுடையது; மூன்று அறைகளை உடையது. சூல்கள் அச்சு ஒட்டு முறையில் அமைந்துள்ளன. சூலகத் தண்டு சூல்பையின் மையத்தில் அமைந்து மூன்று சூலக மூடிகளைக் கொண்டிருக்கும். கனி, வெடிகனி (capsule) வகையைச் சார்ந்தது. கனியுடன் பூவிதழ்கள் நிலையாக உள்ளமையைக் காணலாம். இதன் விதைகள் தட்டையானவை.

இத்தாவரத்தை ஆண்டு முழுவதும் பூக்க வைப்பதற்கு இதன் குமிழ்த்தண்டு போன்ற வேர்க்கிழங்குகளைப்

பிரித்துத் தொட்டிகளில் வைக்க வேண்டும். இக்கிழங்கிலிருந்து தாவரம் தோன்றி, மலர்களைத் தோற்றுவிக்க ஏறக்குறைய 4-5 மாதங்கள் ஆகலாம். இத்தொட்டிகளை ஓரளவு வெயிலில் வைப்பதுடன் இலைகள் தோன்றும் வரை நீர் விடக்கூடாது. இலைகள் தோன்றிய பின்னர் மிகுதியாக நீர் விட வேண்டும். பூத்துக் குலுங்கிய பின்னர் இலைகள் மஞ்சள் நிறமாக, தாவரம் உலர்ந்துவிடும்.

- கா. இராஜசேகரன்

துணைநூல். S.K. Mukerjee, *College Botany*, Second Volume, New Central Book Agency, Calcutta, 1984.



1.செடியின் ஒரு பகுதி மஞ்சரியுடன்
2. மலரின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம்
3. பூவிதழ்க்குழல் பிரிக்கப்பட்டு மகரந்தத்தாள்கள் தெரிதல்
4. மகரந்தத்தாள் நிலையற்ற ஒட்டமைப்புடன்
5. சூல்பையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்
6. ஒரு பூவடிச் செதில் கோணத்திலுள்ள இரு மலர்களின் பூ வாய்பாடு

நிலச்சம்பங்கி (Polianthes tuberosa)

நிலச்சமன் பொறி

மண், கல் முதலியவற்றைப் பெயர்த்தெடுத்து நிலங்களைச் சமதளமாக்குதல், ஆற்றுப்படுகைகளை ஆழப்படுத்துதல், இடிபாடுகளை நிரவுதல் போன்ற பல்வேறு கடினமான பணிகளைச் செய்யும் ஒரு கனரகப் பொறியே, நிலச்சமன் பொறி **(bulldozer)** ஆகும்.

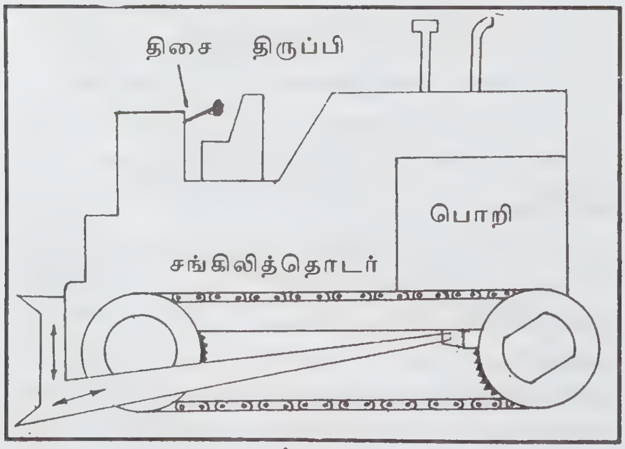
நிலச்சமன் பொறியில் கனரக எஃகினாலான குழியாக வளைந்த மண் வாரிப்பகுதி, கனரக ஊர்தியின் முன்புறத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இக்கனரக ஊர்தியின் சக்கரங்கள் உறுதியான எஃகு சங்கிலித் தொடர்பினால் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும். மண்வாரிப் பகுதி முன் பின், மேல் கீழ் எனப் பல்வேறு கோணங்களிலும் இயங்கும். மண் வாரிப்பகுதியின் அகலம் ஏறக்குறைய 6-25 அடி வரையிலும், உயரம் ஏறக்குறைய 2-10 அடி வரையிலும் இருக்கும்.

மண் வாரிப்பகுதி பெரும்பாலும் U வடிவத்தில் இருக்கும். மற்றும் நேரான மண்வாரிப்பகுதிகள் கனரக ஊர்தியின் நீளத்திற்குச் செங்குத்தாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவை மண், கல் முதலியவற்றை நேர் திசையில் தள்ளும் இயல்புடையன. ஒரு நேரான மண்வாரிப்பகுதியைவிட 'U' வடிவ மண்வாரிப் பகுதி அதிக கன அளவு பொருள்களை இயக்க வல்லது. கோண மண்வாரிப் பகுதிகள் முன்புறத்தில் ஏதேனும் ஒரு பக்கமோ, இரு பக்கங்களிலோ பொருத்தப்பட்டு மண் பரப்பை நிரவுதல், பரவிக்கிடக்கும் பொருள்களைக் குவித்தல் போன்ற செயல்களைச் செய்யப் பயன்படும்.

மிகக் கனமான, எளிதில் வளைந்துவிடாத தகட்டினால் செய்யப்படும் சமன்பொறி, நிலம் உழுவதற்குப் பயன்படும் கனரக ஊர்தியுடன் இணைத்து நிலச்சமன் பொறியாகக் கையாளப்படுகிறது. இந்நிலச்சமன் பொறியில், மூவகை வெட்டுமுகத் தகடுகள் சமன்பொறியாகப் பயன்படும். முதலாம் வகை தட்டையான தகடாகவும், இரண்டாம் வகை சாய்வான தகடாகவும், மூன்றாம் வகை குழிவான தகடாகவும் காணப்படும்.

தட்டையான தகட்டுச் சமன்பொறி, கனரக ஊர்தியின் முன்புறம் குறுக்குவசமாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இது

படம். 1



படம் 2.

மண் குவியல்களை முன்புறமாகத் தள்ளுவதற்கும, சமப்படுத்துவதற்கும், சிறிய மண் மேடுகளைச் செதுக்கித் தள்ளுவதற்கும் பயன்படும். சாய்வான தகடு தேவையான கோணத்தில் ஊர்தியின் முன்புறம் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இக்கோண அமைப்பு 30° வரை இருக்கும். இச்சமன்பொறி மண் குவியல் அல்லது கற்குவியலை வலப்புறமாகவோ, இடப்புறமாகவோ ஒதுக்கித் தள்ளுவதற்குப் பயன்படுகிறது.

குழிவான தகடு இணைக்கப்பட்ட நிலச்சமன் பொறியினை மரம் நீக்கும் சமன்பொறி எனக் கூறலாம். சற்று வளைந்த குழிவான தகடு ஊர்தியின் முன்புறம் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இது மரங்களை வேருடன் மேல் நோக்கித் தூக்கவும், புதர்ச் செடிகளை வேரோடு பெயர்த்தெடுக்கவும் பயன்படுகிறது. இச்சமன்பொறிகளில் இருவகையான கட்டுப்படுத்தி இயக்கும் முறைகள் உள்ளன. ஒரு வகை, கம்பி வடக்கயிற்றால் சமன்பொறியைக் கட்டுப்படுத்தி இயக்கும் முறை; மற்றொன்று நீர் ஆற்றலால் இயக்கும் முறையாகும். முதலாம் வகை, இயக்குவதற்கு எளிதானது. இதில் எளிதில் குறைபாடுகளைச் சீர்படுத்த இயலும்; எந்திரத்திற்குப் பழுது ஏற்படும் வாய்ப்பும் மிகவும் குறைவு. இரண்டாம் வகைக்கு மிகுந்த அழுத்த ஆற்றல் தேவைப்படும். இது மிகத் துல்லியமான செயல்பாடுகளைச் செய்ய ஏற்றது.

நிலச்சமன் பொறிகளில் மேலும் இரு பிரிவு உண்டு. ஒன்று சக்கரங்கள் உள்ள நிலச் சமன்பொறி, மற்றொன்று ஊர்ந்து செல்லும் நிலச்சமன் பொறி. இது மிதி வண்டியில் இருக்கும் சங்கிலித் தொடர் போன்ற பட்டைத் தகடுகளால் செய்யப்பட்டது. இது இரண்டு அச்சுகளின் முனையில் உள்ள முன் சக்கரங்களில் இணைக்கப்பட்டது. போர்க்களத்தில் பயன்படுத்துகின்ற கவசங்களைப் போல் இது தோற்றமளிக்கும். இதன் அச்சுகள் சுழலும்போது தகடுகள் நகர்ந்து நிலச் சமன்பொறி ஊர்ந்து செல்லும்.

சக்கரங்கள் இணைக்கப்பட்ட நிலச்சமன் பொறி, மிகவும் வேகமாகச் செல்லக்கூடியது. வேறு ஊர்தியினுள் இதை ஏற்றுவதும் இதனை இயக்குவதும் எளிது. கடந்து செல்லும் சாலைகளின் மேற்பரப்பு இப்பொறியால் பழுதடையாது.

ஊர்ந்து செல்லும் நிலச்சமன் பொறியை இயக்குவது கடினம். இது கரடு முரடான பாதைகளிலும், சகதிகளிலும் புதர்களிலும் ஊர்ந்து செல்லக்கூடியது; மலை, பாறை போன்ற இடங்களில் பயன்படக்கூடியது.

- வெ. ஸ்ரீதர்

- கி.மு. மோகன்

நிலச்சரிவு

வானிலை சிதைவதால் பாறைகளில் தோன்றும் பாறைத் துகள்கள் ஒரே இடத்தில் நிலையாக இருப்பதில்லை. ஏதாவது ஒரு விசையினால் அவை வெவ்வேறு இடங்களுக்குக் கடத்தப்படுகின்றன. ஆறு, பனியாறு, காற்று, பாறைக்குழம்பு ஆகியவற்றால் பாறைத்துகள்கள் கடத்தப்படுவதைப் பருப்பொருள்களின் கடத்தல் (mass transplantation) என்பர். ஆனால் இவை இன்றியும் பாறைத் துகள்கள் ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோர் இடத்திற்குக் கடத்தப்படுகின்றன. குறிப்பாகச் சரிவுகளில் காணப்படும் பாறைத்துகள்கள் புவிஈர்ப்பு விசையினால் கீழ்ச் சரிவை (down slope) நோக்கி நகருகின்றன. இவ்வாறு புவிஈர்ப்பு விசையினால் பாறைத் துகள்கள் நகர்வதைப் பருப்பொருள்களின் அசைவு (mass movement or mass washing) என்பர்.

பருப்பொருள்களின் அசைவைத் தோற்றுவிப்பதில் நீர் எவ்விதப் பங்கும் பெறவில்லையென்றாலும் அசைவை விரைவு படுத்துவதற்கு அது பெரிதும் உதவி செய்கிறது. பாறைத் துகள்களில் நீர் கலந்திருந்தால் அது துகள்கள் நகரும்போது அவற்றின் உராய்வைக் குறைக்கிறது. எனவே அசைவு விரைவுபடுத்தப்படுகிறது. பாறைகளின் புரைகளில் (pores) நீர் புகுந்து எடையை அதிகரிக்கச் செய்வதால் அவற்றின் அசையும் வேகம் அதிகரிக்கிறது. நீரைப்போலவே பனிக்கட்டியும் அசைவை வேகப்படுத்துகிறது.

பருப்பொருள்களின் அசைவுக்குக், காரணமான புவிஈர்ப்பு விசை சரிவுகளின் அளவுக்கு ஏற்ப அதிகரித்தோ குறைந்தோ காணப்படுகிறது. எனவே, சரிவு மிகுந்தால் பாறைத்துகள்கள் வேகமாகக் கீழ் நோக்கி நகர்கின்றன. புவித்தளத்தில் பாறைத் துகள்கள் குவிந்திருக்கின்ற பகுதிகளில் 25^{0}-40^{0} வரை சரிவு பெற்றுள்ளன. அசைவின் வேகம், சரிவைத் தவிரப் பாறைத்துகள்களின் வழவழப்பு, மொத்த அளவு ஆகியவற்றையும் பொறுத்துள்ளது.

பருப்பொருள் அசைவை வகைப்படுத்துதல். பருப்பொருள்கள் சரிவுகளில் நகரும்போது அவற்றில் கலந்துள்ள நீரினளவு, துகள்களின் நகரும் தன்மை, நகரும் வேகம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அவற்றின் அசைவை, மெதுவாக நகர்தல், வேகமாகச் சரிதல் என இரு வகைப்படுத்தலாம்.

மெதுவாக நகரும் வகையில் ஊர்தல் (creep), மண் வழிதல் (solifluction), பாறைப் பனியாறு (rock glaciers), நிலச்சரிவு (land slide), பாறைவீழ்ச்சி, சரிந்து குவிதல் (slump), சேறு வழிதல் (mud flow) என்னும் பிரிவுகளில் காணலாம்.

நிலச்சரிவு. பெரும் பாறைகளும், சிதைந்த பாறைத்துகள்களும் கீழ் நோக்கி விழுவதையோ சரிவதையோ நிலச்சரிவு (landslide) எனலாம். நிலச்சரிவில் சரிதல் மிகவேகமாக ஏற்படுகிறது. இதில் நகரும் பொருள்களின் பரப்பு உறுதியாகத் தெரிகிறது. அதாவது நகரும் பகுதியை நன்கு பார்க்க முடிகிறது. ஆனால் ஊர்தலில் அவ்வாறு காண்பது கடினம். தரைக்கு அடியிலுள்ள பாறையின் தாங்கும் ஆற்றல் குறையும்போது நிலம் சரிகிறது. சான்றாக அரிப்பினால் நில அடிவாரம் தேயும்போது தாங்குதல் குறைகிறது. சரிவின் உச்சியில் எடை கூடும்போது நிலச்சரிவு ஏற்படுகிறது. நில அதிர்ச்சி அலைகளினால் பாறைகள் தாக்கப்பட்டு நிலச்சரிவு ஏற்படுகிறது.

புரையிடங்களில் நீரினமுத்தம் அதிகரிப்பதாலும், காற்று நீரினால் வெளியேற்றப்படுவதாலும் பிணைப்புப் பொருள்கள் கரைவதாலும் களிமண் பாறைகள் நீரில் ஊறியிருப்பதாலும் நிலச்சரிவு விரைவாக்கப்படுகிறது. படிவுப் பாறைகளின் அடுக்குத்தளம் (பாறைப்படிமானம்) பள்ளத்தாக்குகளை நோக்கிச் சரிந்திருக்கும் பகுதிகளில் நிலச்சரிவு அடிக்கடி ஏற்படுகிறது.

- *அ. உஷா*

நிலஞ்செதுக்கி

நகர்ந்து கொண்டே தரையைச் செதுக்கி, செதுக்கிய பொருளைச் சேர்த்துச் சுமந்து சென்று வேறு இடத்தில் சேர்த்து பரப்பும் எந்திரம் நிலஞ்செதுக்கி (scraper) எனப்படும். திறந்த வெளிச் சுரங்கத்தில் பயன்படும் நிலஞ்செதுக்கி சக்கர இழுவை நிலஞ்செதுக்கி (wheel-tractor-scraper), பட்டை இழுவை நிலஞ்செதுக்கி (crawler-tractor-scraper) என இருவகைப்படும். இவற்றில் சக்கர இழுவை நிலஞ்செதுக்கியே மிகுதியும் பயன்படுகிறது. இழுவை இணைப்பு நிலஞ்செதுக்கி (tractor-towed-scraper) பொதுவாகச் சிறிய உரிப்புச் செயலும் (stripping operation) குறுகிய கடத்தும் தொலைவும் (haul distance) உள்ள தரைகளில் பயன்படுகிறது.

நிலஞ்செதுக்கி பெரும்பாலும் மேல்மண் நீக்கம் அல்லது கனிம இடைச்செருகு கழிவு மண் நீக்கம் ஆகிய செயற்பாட்டிற்குப் பயனாகிறது. நீர்த்தேக்கங்களை உண்டாக்கப் பெரிய மண் அணைகளை எழுப்பவும்

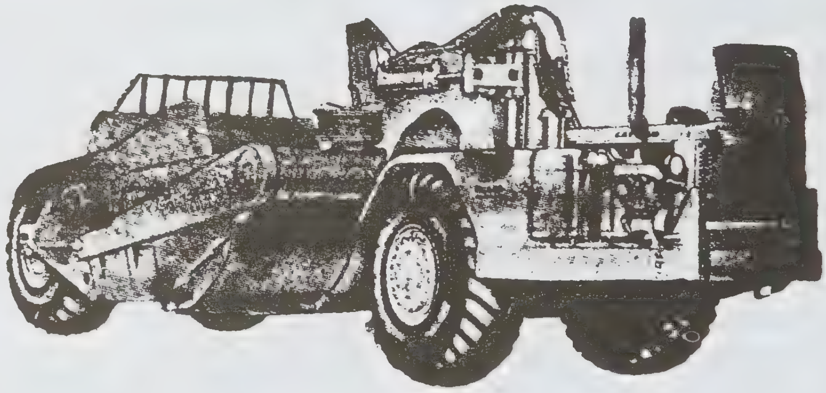
உதவும். நிலஞ்செதுக்கி, உரு அமைப்பைக் கொண்டு நான்கு வகையாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளது.

ஈரச்சு நிலஞ்செதுக்கி. சராசரியான கடத்துந்தொலைவுக்கும், கரடு முரடான சாய்வு பாதைகளில் செல்லவும் இது அமைக்கப்பட்டது.

மூவச்சு நிலஞ்செதுக்கி. அதிக நிலைப்புக்கும், நீண்ட கடத்துந்தொலைவுக்கும் சமமான பாதைகளில் வேகமாகச் செல்லவும் இது அமைக்கப்பட்டது.

செயல்பாடு. பெரும்பாலும் நிலஞ்செதுக்கி செதுக்கி வாரும் வகைப்பட்டது. அதிக கொள்ளளவு கொண்ட நிலஞ்செதுக்கி வெட்டிவரும் படிவப் பொருளைத் தன் வயிற்றுப் பகுதியான கிண்ணிக்கு (bowel) மேலேற்றி மூலம் சுமை ஏற்றிக்கொள்ளும்.

நிலஞ்செதுக்கி வெட்ட வேண்டிய இடத்திற்கு வந்ததும் வயிற்றுப்பகுதிக் கிண்ணியைக் கீழே இறக்கி முன்புறமுள்ள மூடியை மேலேற்ற வேண்டும். செதுக்கி நகர, நகரச் செதுக்கும் கத்தி (scrap blade) படிவத்தை



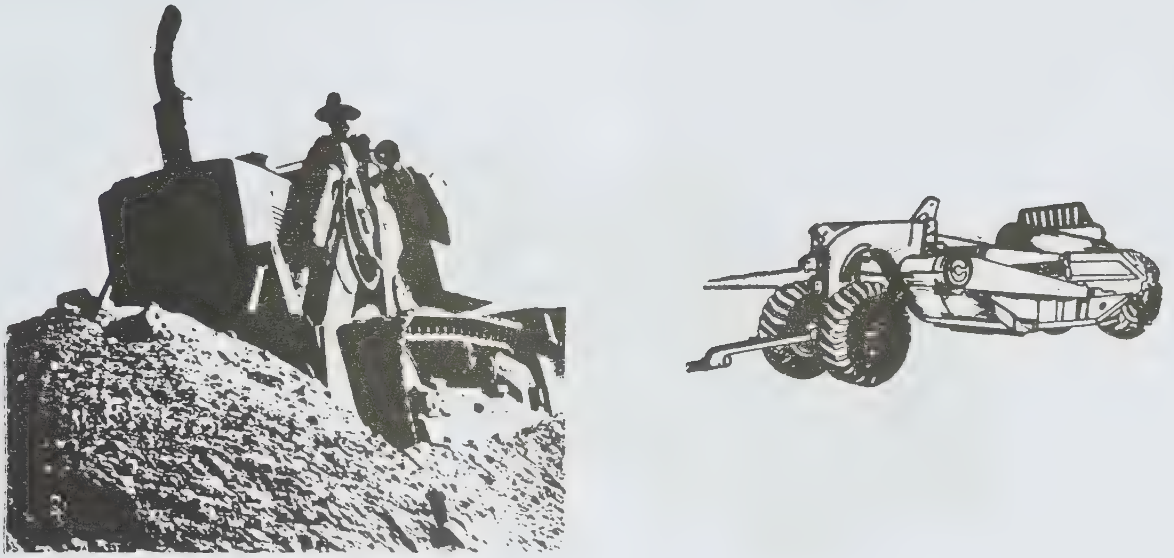
படம் 1 நிலஞ்செதுக்கி

இணையாற்றல் நிலஞ்செதுக்கி. இவ்வகை நிலஞ்செதுக்கி ஈரச்சு அல்லது மூவச்சைப் பெற்றிருக்கும். மூவச்சு வகை பொதுவாக அதிக கொள்ளளவும் அதிக கடத்துந் தொலைவும் கொண்டது. இணையாற்றல் நிலஞ்செதுக்கி மிக மோசமான பாதை, செங்குத்தான சரிவு, குறைந்த அல்லது சராசரியான தொலைவு ஆகியவற்றைக் கடக்கப் பயனாகும்.

மேலேற்றும் நிலஞ்செதுக்கி. குறுகிய கடத்துந் தொலைவிற்கு மிகுதியான பொருள்களைத் தானே சுமையேற்றிக் கொள்ளும் வகையில் இது வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது.

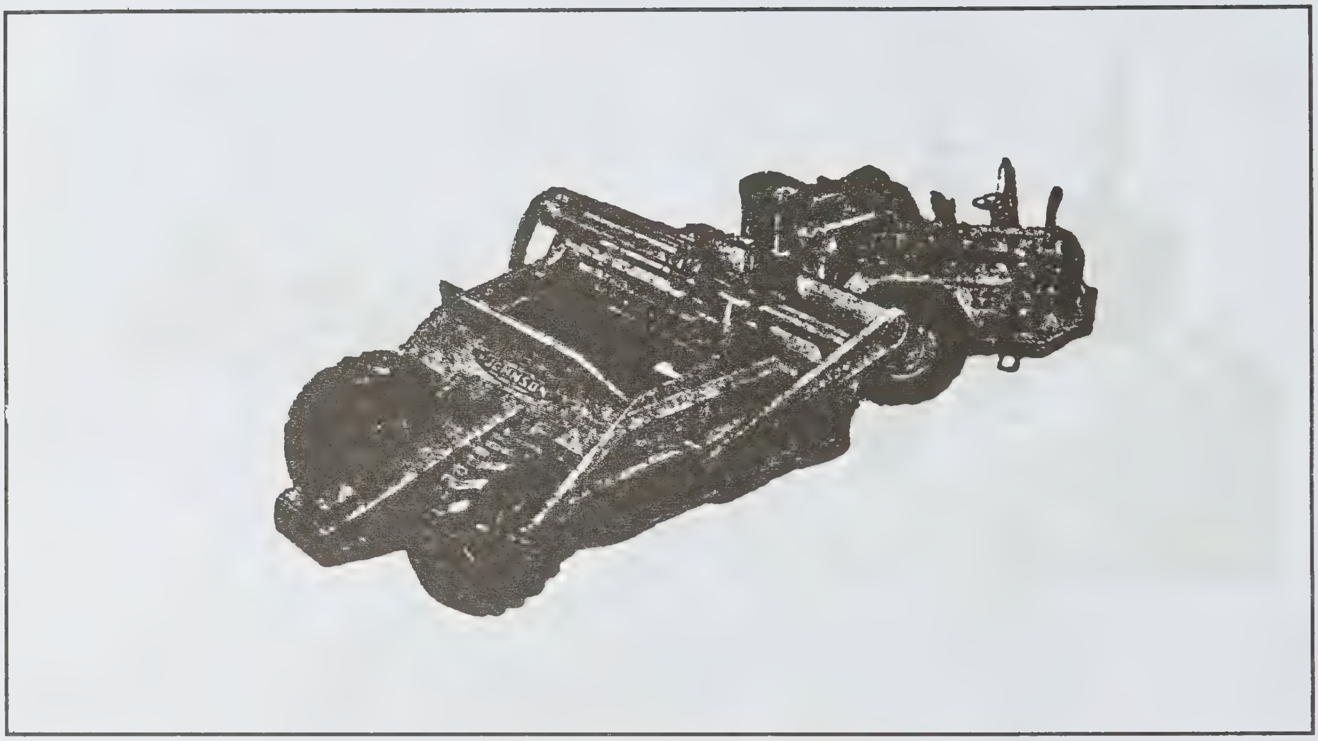
உரிப்பதுபோல 20-30 செ.மீ. தடிமனுக்குச் செதுக்கித் தானாகவே சுமையேற்றிக் கொள்ளும். இத்தடிமன் கிண்ணி நிறையும் நேரம், செதுக்கி நகரும் நீளத்தைப் பொறுத்து முன்னதாகவே கணக்கிடப்படுகிறது. கிண்ணி நிறையும் குறியளவு (fill factor) படிவத்தின் ஈரத்தன்மையைப் பொறுத்தது. நிலஞ்செதுக்கியின் செதுக்கு அழுத்தவிசை சக்கரத்தின் காற்றழுத்தத்திற்கு இணையாகையால், நெடுந்தொலைவு செலுத்திக் கிண்ணியை நிறைக்க முடியாமல் போகலாம்.

நிலஞ்செதுக்கியின் சுற்று நேரம். நிலஞ்செதுக்கியின் சுற்றும் நேரக் கணக்கீட்டின்போது செதுக்கியின் கிண்ணி நிரம்பிய நிலையில் அல்லது காலியான நிலையில் செதுக்க நகரும் நேரத்தைப்



படம் 2 நிலஞ்செதுக்கி

படம் 3 நிலஞ்செதுக்கி



படம் 4 மேலேற்றும் நிலஞ்செதுக்கி

படம். 5 நிலஞ்செதுக்கி

பொறுத்து அமையும். வெட்டுக்குழியின் அளவு, வெட்டுமிடத்திற்கும், கொட்டும் இடத்திற்கும் இடையேயுள்ள தொலைவு, சுமை கடத்தும் பாதைகளின் சாய்மானம், செதுக்கிகளின் நகரும் வேகம் ஆகியவை முக்கியமாக எடுத்துக்கொள்ளப்பட வேண்டும். நிலஞ்செதுக்கி பொருளைக் கடத்தப் பயணம் செய்யும் சாலையின் உயரளவு, சாய்மானம் இவை கீழ்க்காணும் அட்டவணைப்படி அமைதல் வேண்டும்.

நிலஞ்செதுக்கி வகை	மேலேற்றுச் சாய்மானம்	கீழிறங்கு சாய்மானம்	பக்கச் சரிவு
சாதாரண நிலஞ்செதுக்கி	7^0-9^0	15^0	5^0
இழுவை பொருத்திய நிலஞ்செதுக்கி.			
கிண்ணி நிரம்பிய நிலை	8^0-10^0	15^0	7^0
கிண்ணி காலியான நிலை	11^0-13^0	22^0	7^0

பயன். நிலஞ்செதுக்கி பெரும்பாலும் ஒருங்கிணைக்கப் படாத தரைத் தளங்களில், சிறிது தளர்த்திய அல்லது தளர்த்தப்படாத நிலையில் பயனாகிறது. கீழ் அகழ்ந்த அல்லது வெடித்துத் தகர்த்த கனிமங்களைச் சுமையேற்றவோ கடத்தவோ உதவுகிறது. நிலஞ்செதுக்கி ஒரு மணி நேரத்தில் கனிமத்தைச் சுரண்டி, கடத்திச் செல்லும் கொள்ளளவைக் கணக்கிடப் பின்வரும் சமன்பாடு உதவுகிறது. ஒரு மணியில் உற்பத்தி = ஒரு மணியில் நடைபெறும் சுழற்சி எண்ணிக்கை X சராசரி சுமை X செய்திறன்

சராசரி சுமையைக் கணக்கிடச் சிறிதளவு தெரிந்த கொள்ளளவு கொண்ட மாதிரிக் கனிமங்களைக் கட்டுக்குலையாத நிலையில் கணக்கிட்டுக் கொள்ள வேண்டும்.

நிலஞ்செதுக்கியின் திறன். இது நிலஞ்செதுக்கியின் கிண்ணிக் கொள்ளளவையும், கிண்ணி நிறையத் தேவையான நகரும் தொலைவையும், வெட்டப்படும் படிவத்தின் வெட்டுமானக் குறியீட்டையும் கொண்டு கணிக்கப்படுகிறது.

- சு. பால்ராசன்

நிலத்தடி ஆய்வு

ஒரு பொறியாளர் எந்த ஒரு திட்டத்தையும் தொடங்கும் முன் அத்திட்டம் செயல்படுத்தப்பட இருக்கும் இடத்தின் பண்புகளையும், நிலத்தடியில் அமைந்த படிவங்களின் தன்மையையும் ஆராய்ந்து அறிய வேண்டும். ஏனெனில் அங்குள்ள நிலம் அதற்கு மேல் அமையவுள்ள முழுமையான கட்டுமானங்களைத் தாங்கி அழுந்தாமலும், வெடிப்புகள் ஏற்படாமலும் கட்டுமானங்களுக்கு யாதொரு சேதமும் ஏற்படாதவாறும் தாங்கி நிற்கும் வலிமையும் பெற்றிருக்க வேண்டும். நிலத்தடி ஆய்வுப் பணிகளை அடிப்படைப் பணிகள், வானத்தில் இருந்து எடுக்கப்பட்ட ஒளிப்படங்களைப் பயன்படுத்தல், நிலவியல் மதிப்பீடு மற்றும் வரைபடங்களின் மூலம் ஆய்வு செய்தல் எனப் பகுக்கலாம்.

இந்திய நிலவியல் மதிப்பீட்டுக் கழகம் (Geological Survey of India) நிலவியல் விளக்க வரைபடங்களையும் குறிப்பிட்ட இடங்களின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றங்களையும் (cross sectional view) சேகரித்து வைத்துள்ளது. செய்யப்போகும் பணியின் தேவையைப் பொறுத்து நிலத்தின் இயல்புகள் அறியப்படவேண்டும். மிக ஆழத்தில் செயல்படுத்த வேண்டிய திட்டமெனில் ஆழ்துளைகள் மூலம் நிலத்தடி மண் பாறைகள், நிலத்தடி நீர் ஆகியவற்றைப் பற்றிய முழு விபரங்களும் அறியவேண்டும். இவ்விபரங்கள் அவற்றின் இருப்பிடங்கள், தரம், அவற்றில் அடங்கியுள்ள மாசுகளின் அளவு முதலியவற்றை அடக்கியிருக்க வேண்டும்.

ஒரே வகைத்தொடர் ஒளிப்படங்கள் நில மதிப்பீடு செய்யவும் விளக்கங்கள் பெறவும் உதவுகின்றன. வான்வழிப் படங்களை (aerial photograph) இணைத்து மொத்த இயற்கைத் தள அமைப்பை அறியலாம். மண்மாதிரி ஆய்வு மூலம் மண்ணின் வகையையும், அதன் அமைப்பு, இயல்புகளையும், நிலத்தடியிலுள்ள கனிமங்களைப் பற்றியும் அறியலாம். மேலும் நிலத்தடி நீர் செல்லும் திசை, அளவு, தரம் முதலியவற்றைப் பற்றியும் அறியலாம்.

மூன்றாம் பிரிவில் நிலத்தின் தன்மை அறியவும் நிலத்திற்கு மேலே இருக்கும் பாறைத் திட்டுகளின் சில பகுதிகள் மூலம் ஆய்வுகள் செய்து அறியவும், பாறைகளின் தன்மைகளை அறியவும் மேல் அடுக்கில் காணப்படும் படிவங்களை ஆய்ந்து அறியவும் ஆய்வுகள் நடத்தப்படுகின்றன. மேல் அடுக்கிலுள்ள படிவங்களைக் கையினால் துளையிடும் கருவிகள் மூலம் எடுத்து ஆய்வு செய்யமுடியும். இத்தகைய மேல்புறப் படிவங்கள் மட்டும் குறிக்கப்பட்ட வரைபடங்கள் நீரோட்ட

வரைபடங்கள் எனப்படும். சில வேளைகளில் இவ்வரைபடங்கள் செய்திகளைத் தெளிவாகத் தெரிவித்தல் உண்டு. பலவிதமான புவியியல் வரைபடங்களைச் சேர்த்து மொத்தத்தில் கூர்ந்து ஆராய்ந்தால் மண்ணின் தன்மை அமைந்துள்ள முறை பற்றித் தெளிவாக அறிய முடியும்.

நிலத்தடி அமைப்பினை முழுமையாக அறிய ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட குறுக்குவெட்டுத் தளங்களின் அமைப்புகள் தேவை. பாறைகளின் சாய்வு, மற்றத் தளங்களுடன் இணையும் பாங்கு இவற்றின் மூலம் மொத்தப் பாறை அடுக்குச் செல்லும் பொதுவான திசையை அறிய முடியும். அதன் மூலம் பாறைகளின் மொத்தச் செயல்திறனையும் அறிந்து கொள்ளமுடியும். புவியியல் வரைபடங்களின் மூலம் சம உயரங்களை இணைக்கும் சம மட்டக்கோடு, குறிப்பிட்ட வகை மண்ணின் எல்லை, பாறை சாய்வு திசை கோணங்கள் போன்றவற்றை அறிய முடியும்.

நிலத்தடி மண் ஆய்வுகள், அவ்வவ்விடங்களில் சோதனைக் குழிகள் வெட்டியும், சோதனைக்கென ஆழ்துளைகள் இட்டும் நடத்தப்பட வேண்டும். சில வேளைகளில் ஆழ்துளைகள் கூட முன்னரே நிலத்தடிப் பாறைகளில் உள்ள உடைசல்களையும், ஏற்ற இறக்கங்களையும் தெரிவிக்கத் தவறிவிடும்.

ஆய்விற்கான துளைகள் போடும்போது கவனிக்க வேண்டிய நடைமுறைகள் உள்ளன. துளையிடும் முன்பு புவியியல் வரைபடத்தினைத் தெளிவாக வரைந்து கொள்ள வேண்டும். நெருக்கமாக உள்ள புவி அமைப்பியல்புகள் கருத்தில் கொள்ளப்பட வேண்டும். அருகில் போடப்பட்ட துளையின் விபரங்களை அறிய வேண்டும். துளைகளைப் பாறைகள் வரை போடவேண்டும்.

இறுக்கம் அடையாத சாதாரண நிலத்திற்கு ஆய்வு செய்யத் துளையிடுதல், மேல் பகுதியில் உள்ள படிவ அடுக்கு மண்ணை ஆய்வு செய்யச் சோதனைக்குழி வெட்டுதல், இறுக்கமான பாறைகளில் நிலத்தடி ஆய்வு செய்யக் குடைந்து துளை போடுதல் எனத் துளையிடுதல் மூவகைப்படும்.

குறைந்த ஆழத்தில் நிலத்தடி ஆய்வு செய்ய, இரும்புக் கம்பிகளைப் பயன்படுத்தித் தோண்டி எடுத்தும் துளையிடும் கருவியைக் கையினால் கழற்றித் துளையிட்டு எடுத்து ஆய்வகங்களில் சோதனை செய்வதுண்டு. சாதாரணமாக 9 மீ. ஆழம் வரையுள்ள மண்பரிசோதனையை மேற்கொள்ளலாம். மேலும் நீரூற்றித் துளையிடும் கருவியைப் பயன்படுத்தித் துளையிட்டு மண் எடுப்பதும் வழக்கம். இதில் குழாய் ஒன்று நிலத்திற்குள் செலுத்தப்பட்டு அக்குழாயினுள் நீரை விசையுடன் அனுப்புவதால் நீரின் அழுத்தத்தினாலும், வேகத்தினாலும் குழாய்க்குள் சேரும் மண் வெளித்தள்ளப்பட்டுள்ள குழாய் சிறிது சிறிதாக நிலத்தினுள் செல்லும். வேண்டிய ஆழம் வரை குழியை இறக்கித் துளை செய்யலாம்.

கனம் குறைந்த எஃகு குழாய்கள் விசையுடன் மண்ணுக்குள் செலுத்தப்படும். இதனால் மண் இயற்கையாக அமைந்திருக்கும் நிலையிலேயே குழாய்க்குள் புகுந்துவிடும். இக்குழாய்கள் வெளியே எடுத்த பின்னர் பிரிந்து மண்ணை எடுத்து ஆய்வுக்கூடத்தில் ஆய்வு செய்ய வசதியாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இவை செல்பி-மாதிரிக் குழாய்கள் எனப்படும்.

மேற்பரப்பில் உள்ள படிவங்களை ஆய்வு செய்ய, அந்த இடத்திலேயே ஆய்வினை நடத்த வசதியாக மேற்புறத்திலிருந்து குழிகள் வெட்டி மேல் மண்ணையும் அடிப்புற மண்ணையும் எடுக்க வேண்டும். ஆய்வுக்காக மண் எடுக்கும்போது அந்த இடத்தின் அனைத்துத் தன்மைகளையும் வெளிப்படுத்தக்கூடிய வகையில் மண் எடுக்க வேண்டும்.

பாறைகளில் ஆய்வு செய்யும்போது முதலில் அது முழுவதும் பாறை அடுக்கு அமைப்புதானா அல்லது தனியான ஒரு பாறைக்கல் மட்டுமா என அறியத் துளையிட்டு ஆய்வு செய்ய வேண்டும். துளைபோடும் எந்திரம் பாறைகளில் வட்ட வடிவத்தில் துளையிட்டுக் கொண்டே செல்லும். சிறிது ஆழம் சென்றபின் உருளை வடிவக் கல் உடைந்துவிடும். இத்தகைய உருளைக்கல் (core) ஆய்வகத்தில் ஆய்வுக்குட்படுத்தப்படும். கற்பாறைகளில் துளையிடுவதற்கு வைரக்கல் பதித்த துளையிடும் ஆணிகளைப் பயன்படுத்துவது உண்டு.

நிலத்தடி நீர் ஆய்வு செய்யப் புவியமைப்பியல் முறைகள் மட்டும் போதுமானவையல்ல. இதற்கு ஆழ்துளைகள் போட வேண்டும். நீர் இருக்குமிடம் அறிய மின்தடை முறை ஒன்று கையாளப்படுகிறது. நிலத்தின் மேற்பரப்பில் குறிப்பிட்ட இடைவெளிவிட்டு இரு மின் கடத்திகளைப் பொருத்தி மின்சாரத்தைச் செலுத்த வேண்டும். நிலத்தடி நீர் மின்கடத்தியாகச் செயல்படக்கூடியது. ஆகையால் மின்தடை அளவினை அறிந்து அதன் மூலம் நீர் இருக்கும் இடத்தினைக் கணக்கிட முடிகிறது.

சில வேளைகளில் தூய்மையான உப்பற்ற நீர் மின்கடத்தியாகச் செயல்படாமல் போவதுண்டு. மிகக் குறைந்த அளவிலான உப்புநீர் மின்கடத்தியாகச் செயல்படுவதுண்டு. பட்டறிவின் வாயிலாகவும் புவியியல் அமைப்புப் பற்றிய தகவல்கள் வாயிலாகவும் சுற்றிலும் உள்ள நீர் இயல்பு, நிலத்தடி நீர் செல்லும் திசை, நீரியல் இயக்க வழிமுறைகள் ஆகியவற்றைக் கண்டறிந்து நிலத்தடி நீரின் இருப்பிடத்தையும் அளவுகளையும் அறியலாம்.

- ஏ.எஸ்.எஸ். சேகர்

நிலத்தடி நீர்

புவியின் தரைமட்டத்திற்குக் கீழே, பாறைகளில் உள்ள இடைவெளி, பிளவு, விரிசல் ஆகியவற்றில் தேங்கிக் கிடக்கும் நீரினை, நிலத்தடி நீர் (underground water) என்பர். இதனை நிலநீர் (ground water) எனவும், தரையின் கீழுள்ள நீர் (sub-surface water) எனவும் கூறுவர். வளி மண்டலத்திலுள்ள நீராவி (water vapour) குளிர்ந்து மழையாகப் பொழிகிறது. மழைநீரின் பெருமளவு ஆறாக ஓடுகிறது; சிறிதளவு ஆவியாகி மீண்டும் வளிமண்டலத்தை அடைகிறது. மழைநீரின் ஒரு பகுதி மண்ணில் ஊறிக் கீழேயுள்ள பாறைகளில் ஊடுருவிச் செல்கிறது. மழைநீர், பாறைகளிலுள்ள துகள்களுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளி (pore space), பிளவு (joint), விரிசல் (crack) ஆகியவற்றின் வழியாகக் கீழ் நோக்கிச் செல்கிறது. இந்த நீர் பாறைகளின் இடைவெளிகளிலுள்ள காற்றை அகற்றிவிட்டு அங்குத் தங்கிவிடுகிறது. பாறைகளின் இடைவெளிகளில் முற்றிலுமாக நீர் நிரம்பித் தேங்கிவிடுகிறது.

நிலத்தடி நீர் பெரும்பாலும் மழைநீர் ஊறிப் பாறைகளில் இருப்பதே ஆகும். இதனை விண் இழிநீர் (meteoric water) என்பர். சில சமயங்களில் நிலத்தடி நீர் பாறைக்குழம்புகளின் ஒரு பகுதியாய் இருந்து உண்டாவதும் உண்டு. இவ்வகையைப் பாறைக்குழம்பு நீர் (magmatic water) என்பர். பிறிதொரு வகையில் படிவுப்பாறைகளில் படுகைகள் உண்டாகும்போது அவற்றிற்கு இடையே, பனிக்கட்டி அல்லது நீர் தேக்கப்பட்டு அதிலிருந்து தோன்றியவற்றை உடன்பொதிநீர் (connalt water) என்பர்.

நிலத்தின் தரைமட்டத்திற்குக் கீழே பாறைகளில் உள்ள பலவகையான இடைவெளிகளிலும், முற்றிலுமாக நீர் நிரம்பி இருக்கும் பகுதியை நீர்நிறைபகுதி (zone of saturation) எனக் கூறுவர். நீர்நிறைபகுதிகளின் மேல்மட்டம் நிலநீர்மட்டம் (watertable) எனப் பெயர் பெறும். ஓரிடத்தின் நிலநீர் மட்டம் எப்போதும் நிலையாக, ஒரே அளவில் இருப்பதில்லை. குறிப்பாக மழைக்காலங்களில் அதிகமான நீர் உள்ளே வருவதால் அவ்விடத்தில் நீர் மட்டம் உயர்கிறது. கோடைக் காலங்களில் மழை மிகுதியாகப் பெய்வதில்லை. மேலும் பெருமளவில் நிலத்தடி நீர் பயன்படுவதால் நிலநீரின் மட்டம் கீழே இறங்குகிறது. எனவே நிலநீர் மட்டம் ஓரிடத்தில் நிலையாக இராமல் உயர்ந்தும் சில காலங்களில் இறங்கியும் இருக்கிறது. நிலநீர் மட்டம் ஏரி, குளங்களிலுள்ள நீரின் மட்டத்தைப் போல் ஒரே அளவாக இருப்பதில்லை. மலைப் பகுதிகளில் மேலெழுந்த நிலையிலும் பள்ளத்தாக்குப் பகுதிகளில் ஆழத்திலும் இருக்கக் காணலாம். நிலநீர்மட்டம் பொதுவாக நிலப்பரப்பில் காணும் நிலக்கூறுகளுக்கு ஏற்ப உயர்ந்தும், தாழ்ந்தும் அமைகிறது. இதனால் நிலநீர்மட்டத்தினை நிலக்கூறுகளின் எதிர்பலிப்பு (replica of topography) எனக் குறிப்பிடுவர்.

தரைமட்டத்திற்கும் நிலநீர் மட்டத்திற்கும் இடையே காணப்படும் பாறைகளின் இடைவெளிகளில் நீர் நிலையாக இருப்பதில்லை. இவ்விடைவெளிகளில் காற்று இருப்பதால் அப்பகுதியைக் காற்றுடைபகுதி (zone of aeration) என்பர். காற்றுப்பகுதியின் கீழ்ப்பகுதி நுண்புழைத்தாரை (capillary fringe) எனப்படும். ஈரமண்தாரைக்கும் நுண்புழைத் தாரைக்கும் நடுவிலுள்ள பகுதியை இடைத்தாரை (intermediate belt) எனலாம். நிலமட்டத்திற்கு மேலேயுள்ள நுண்புழைத்தாரையில் பாறைகளின் நுண்ணிய இடைவெளிகளினால் ஈர்க்கப்பட்ட நீர் இருக்கக் காணலாம். காற்றுடை பகுதியில் நிலத்தடி நீர் தேங்கியிருப்பதில்லை. சில இடங்களில் காற்றுடை பகுதிகளில் நீர்ப்புகாப்பாறை சிறிய அளவில் இருக்கக்கூடும். தரையிலிருந்து ஊறி உட்புகுந்து வரும் நீர் மேலும் கீழே ஊடுருவிச் செல்ல இயலாமல் இந்த நீர்ப்புகாப் பாறையின் மேல் தேங்கி நிற்கும். இது கீழ் இருக்கும் நீர் நிறைபகுதியுடன் தொடர்புடையதன்று. காற்றுடை பகுதியில், நீர்க்காப்புப் பாறையின் மீது தேங்கிக் கிடக்கும் நீரின் மேல்மட்டத்தைத் தனிநீர்மட்டம் (perched water table) என்பர். இந்தத் தனிநீர் மட்டத்தைக் கண்டு அவ்விடத்தின் நிலநீர்மட்டம் குறைந்த ஆழத்தில் இருப்பதாகக் கருதிவிடக்கூடாது.

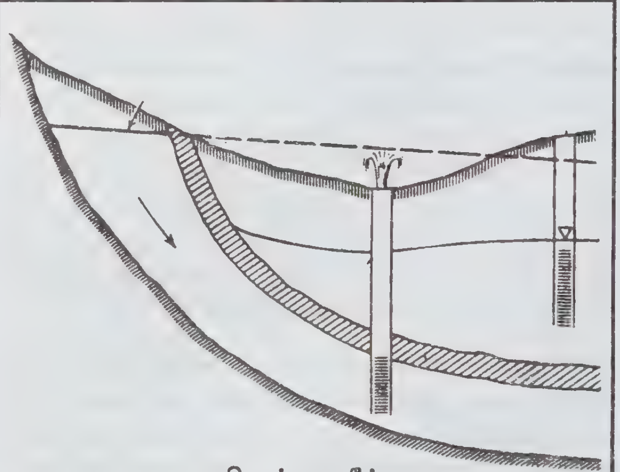
நீர்நிறை பகுதியில் இருக்கும் நிலநீர் அளவு, தன்மை முதலியன அங்குள்ள பாறையின் தன்மைகளைப் பொறுத்து அமைகின்றன. பாறையின் துகள்களுக்கு இடையேயுள்ள புரைகள் மிகுந்திருப்பின், அங்குள்ள நிலநீரின் அளவும் மிகுதியாக இருக்கும். சில பாறைகளில் துகள்களுக்கு இடையேயுள்ள புரைகள் பெருமளவில் இருந்தும் கூட அங்கே நிலநீர் இருப்பதில்லை. ஏனெனில் இப்பாறைகளில் உள்ள புரைகள் ஒன்றோடொன்று

தொடர்புடையனவல்ல. இதனால் நீர் இப்பாறையினுள்ளே புகுந்து ஊடுருவிச் செல்ல இயலாது. எனவே, பாறை அதிக அளவில் நிலத்தடி நீரைக் கொண்டுள்ளமைக்கு அங்குள்ள பாறையின் புரைமை (porosity) மிகுதியாக இருந்தால் மட்டும் போதாது. இப்பாறை நீர்புகு தன்மையும் (permeability) பெற்றிருக்கவேண்டும். நிலத்தடி நீரை வைத்துக் கொள்ளும் இயல்பின் அடிப்படையில் பாறைகளைச் சில வகைகளாக இனம்பிரித்துக் கூறுவர். அதிக அளவில் நிலத்தடி நீரைக் கொண்டிருக்கும் இயல்புடைய பாறைகளை நீர்நிறைபடுகை (aquifer) என்பர். மணற்பாறை (sandstone) புரைமை மிகக் குறைந்த அல்லது துகள்களுக்கு இடையே புரையற்ற பாறைகளில் நிலத்தடிநீர் இருத்தல் அரிதாம். இத்தகைய பாறைகள் நீர்ப்புகாப்படுகை (aquifuge) என்று கூறப்படும். கிரானைட், குவார்ட்ஸ்சைட் முதலானவை இந்த இனத்தைச் சேர்ந்தவை.

சில பாறைகளில் புரைமை போதுமான அளவில் இருந்தும் நிலத்தடி நீர் ஊடுருவிச் செல்ல இயலாமையால் இப்பாறைகளில் நிலத்தடி நீர் கிடைப்பதில்லை. இத்தகு பாறைகளை நீர்விடாப்படுகை (aquiclude) என்பர். சில பாறைகள் புரைகளை உடையவை; ஆனால் ஓரளவே நீர்புகுந்தன்மை பெற்றிருக்கும். இவற்றை நீர்நிறை படுகைக்கும் நீர்விடாப்படுகைக்கும் இடைப்பட்ட தன்மை உடையதெனலாம். இவ்வகையான பாறைகள் குறைநீர்விடு படுகையாகும். எனவே, ஓரிடத்தில் நிலத்தடிநீர் தேங்கியிருப்பது, அந்த இடத்திலுள்ள பாறையின் இயல்பைப் பொறுத்ததாகும்.

நீர்நிறை பகுதியிலுள்ள நிலத்தடிநீர் சில சமயங்களில் நிலத்தின் மேல் மட்டத்திற்கு வருவதுண்டு. நிலத்தடி நீர் நிலத்தின் மேல்மட்டத்திற்கு வருவதை ஊற்று (spring) எனக் கூறுவர். நிலநீர் மட்டம் நிலத்தின் மேல் மட்டத்தோடு ஒட்டி அமைந்துள்ளபோது நிலத்தடிநீர் பரவலாக அகன்ற பரப்பில் வெளிப்படும். இதற்கு நீர்க்கசிவு (seepage) என்று பெயர். ஊற்றுகள் பலவகைப்படும். நிலத்தடிநீர் பாறைகளின் சாய்மானத்தின் காரணமாக அதன் வழியாக வெளிப்படுவதைச் சாய்வுகோண ஊற்று (dip spring) எனக்கூறுவர். நிலநீர் மட்டத்திற்கு மேலே உள்ள பாறைகள் அரிக்கப்பட்டு உண்டாகும் ஊற்றுகள், அரிப்பு ஊற்று (erosional spring) ஆகும். மேலும் மலையடி உகல் ஊற்று (talus spring), ஆற்றடி வண்டல் ஊற்று (alluvial spring), தடைஊற்று (barrier spring), பிளவு ஊற்று (fault spring), பிளவு பெயர்ச்சி ஊற்று எனப் பலவகை ஊற்றுகள் உண்டு. சில ஊற்று நீரில் கந்தகம் கரைந்து இருப்பதைக் காணலாம். இந்நீர் தோல் நோய்களைக் குணமாக்கும் ஆற்றலுடையது. இத்தகைய ஊற்றுகள் மருந்து ஊற்று (medicinal spring) எனப்படுகின்றன. வட இந்தியாவில் டேராடூன் அருகே சகஸ்ரதாரா என்னுமிடத்தில் மருந்து ஊற்று உள்ளது. சில ஊற்று நீர்கள் சூடாக உள்ளமையைக் காணலாம். அதிக வெப்பமான நீர் வெப்ப-ஊற்று (hot spring) எனப்படும். குறிப்பாக எரிமலைகள் உள்ள பகுதியில் வெப்ப ஊற்றுகள் இருக்கும். சிலவிடங்களில் பெருமளவில் நீராவியுடன் நீர் பீய்ச்சிக்கொண்டு வெளிவரும். இவை வெப்பநீர் ஊற்று (geyser) எனப்படும். அமெரிக்காவில் நியூஜெர்சி என்னும் பகுதியிலுள்ள வெப்பநீர் (old faithful geyser) உலகப்புகழ் பெற்றதாகும். ஊற்றுகளில் சிறப்பாகக் குறிப்பிடத்தக்கது ஆர்ட்டீசியன் ஊற்று (artesian spring) ஆகும். நீர்நிறைபடுகை ஒன்றின் மேலும் கீழும் நீர்ப்புகாப் படுகைகள் இருக்கும். இவையனைத்தும் கிண்ணம்போல் வளைந்த அமைப்புடையன. மழைநீர் இடையேயுள்ள நீர்நிறை படுகையில் உள்ளபோது, இருபுறமும், நீர்ப்புகாப்பாறைகள் உள்ளமையால் நிலத்தடிநீரின் அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. இவ்வழுத்தத்தினால் இடையேயுள்ள நீர்நிறைப் படுகையிலுள்ள நிலத்தடிநீர், மேலேயுள்ள நீர்ப்புகாப்பாறையைக் கிழித்துக்கொண்டு ஊற்றாக வெளிவருகிறது. இதுவே ஆர்ட்டீசியன் ஊற்றாகும். இத்தகைய ஊற்றுகள், ஆரட்டாய்ஸ் எனும் இடத்தில் மிகுந்துள்ளமையால் இப்பெயர் பெற்றன. தமிழ்நாட்டில் கோட்டையூர், புதுச்சேரி ஆகியவிடங்களில் ஆர்ட்டீசியன் ஊற்றுகள் உள்ளன.

நிலத்தடி நீர் ஏரி, குளங்களிலுள்ள நீரைப் போல் தேங்கிக் கிடப்பதில்லை. நீர்நிறைபகுதியிலுள்ள நிலத்தடிநீர் இடம்விட்டு இடம் நகர்ந்து செல்கிறது. நகர்ந்து செல்லும் நிலத்தடி நீர் ஆங்காங்கே உள்ளே பாறைகளைக் கரையச் செய்கிறது. நிலத்தடிநீரில் பாறைகள் கரைவதன் விளைவாகத் தரைமட்டத்திற்குக் கீழே குகை, பள்ளத்தாக்கு முதலான நிலக்கூறுகள் தோன்றுகின்றன. நிலத்தடிநீரினால் பாறைகள் கரைந்து



நிலத்தடிநீர்

கரைந்த இடத்திற்கு மேலேயுள்ள தரைப்பகுதி அமிழ்ந்து உள்வாங்கிவிடுகிறது. இதனாலுண்டாகும் குழிவு அல்லது பள்ளங்கள் மூழ்குகுழி (sinkhole) எனப்படும். நிலத்தடி நீரினால் உருவான குகைகளுக்கு மேலே நீர் செல்லும்போது இது கசிந்து குகையின் கரையிலிருந்து சொட்டும். அப்போது அந்த நீரில் கரைந்துள்ள கனிமப்பொருள் நீர் ஆவியாகிவிடுவதால் கரையில் படியத்தொடங்கும். இவ்வாறு நிலத்தடிநீரின் கசிவினால் குகைகளின் கரைகளில் கனிமங்கள் விழுதுபோல் உருவாகின்றன. கல்விழுது (stalactite) எனப்படும் இவை கூரையிலிருந்து கீழே விழுந்த நிலத்தடிநீர் இருந்த அதே கனிமப்பொருள் குகையின் தரையிலிருந்து புற்றுப்போல் வளரும். இதனைக் கல்புற்று (stalagmite) என்பர். நிலத்தடிநீரினால் உண்டான சிறிய குகை போன்ற குடைவுகளின் அனைத்துப் பக்கங்களிலும் அழகான சிறிய கனிமப்படிவங்களைக் காணலாம். இவை நிறைபொந்து (geode) எனப்படும். நிலத்தடி நீரினால் உண்டான பல நில உருவங்களையும் மொத்தமாகக் கார்ஸ்ட்-நிலக்கூறு (karst topography) எனக் குறிப்பிடுவர்.

தீவுகளிலும், கடலோரப் பகுதிகளிலும் கடல்நீர் தரைக்குக் கீழேயுள்ள பாறைகளின் உள்ளே புகுந்துவிடுகிறது. நல்ல நிலத்தடிநீரைவிட உட்புகுந்த உவர்நீர் அடர்த்தி மிக்கது. ஆகையால் நிலத்தின் கீழே நல்ல உவர்ப்பு இல்லாத நிலத்தடிநீர், கடலிலிருந்து உட்புகுந்த உவர்நீரின் மேலே மிதந்து நிற்கும். இதனைச் சுற்றிலும் உவர்நீர் இருக்கும். இதன் விளைவாகத் திருச்செந்தூர் போன்ற கடலோரப் பகுதியிலும் இராமேஸ்வரம் முதலான தீவுகளிலும் உவர்ப்பு இல்லாத நிலத்தடிநீர் உள்ளது.

இயற்கைச் செல்வமான நிலத்தடி நீரினை மிக்க கவனத்துடன் பயன்படுத்த வேண்டும். நீரின் தேவை பெருகி வரும் இந்நாள்களில் நிலத்தடி நீர் இன்றியமையாமை பெற்று வருகிறது. எனவே நிலத்தடி நீர் எனும் இயற்கை வளத்தினை உடைய இடங்களை அறிதல் வேண்டும்.

மிகுந்த புரைமையும், நீர்புகுந்தன்மையும் கொண்ட பாறைகளில் நிலத்தடிநீர் கிடைக்கும் வாய்ப்பு மிகுதி. பொதுவாக முன் நாளைய ஆற்றுப்படுகைகளிலும், மலையடி உகல் உள்ள இடங்களிலும், விரிசல், பிளவு உள்ள பாறைகளிலும், சிதைந்த பாறைகளிலும் நிலத்தடிநீர் இருக்கும் வாய்ப்புண்டு. நிலத்தடிநீர் இருக்கும் பகுதிகளைச் சில தாவரங்கள் காட்டுகின்றன. கோரை, பனை போன்ற குட்டையான கொத்தான வேர்களை உடைய தாவரங்கள் மிகுந்திருக்கும் இடங்களில் நிலத்தடிநீர் குறைந்த ஆழத்தில் இருக்கக்கூடும். நிலத்தடிநீர் இருக்கும் இடங்களைக் கண்டு அறிவதற்கு இக்காலங்களில் பல கருவிகள் பயன்படுகின்றன. இக்கருவிகள் பாறைகளின் காந்தத்தன்மை, மின்கடத்தல் ஆகிய இயல்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு செயல்படுகின்றன. இவற்றுள் மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படுவது மின்கடத்தும் ஆற்றலின் அடிப்படையில் செயல்படும் மின்தடை அயனி (resistivity meter) ஆகும். மின்தடை அயனியைச் செம்மையாகப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் நிலத்தடிநீர் இருக்கும் இடத்தை அறிவதோடு, அந்நீரின் தன்மையையும் அளவையும் கண்டுகொள்ளலாம்.

-இல. வைத்திலிங்கம்

நிலத்தூண் அடிமானம்

நிலத்திற்கு அடியிலுள்ள மண், பாறை போன்றவற்றிற்குக் கட்டடங்களால் ஏற்படும் சுமையை மாற்றும் கட்டட அமைப்பு நிலத்தூண் (Pile) எனப்படும். அடிமான அமைப்பில் நிலத்தூண் அடிமானம் (pile foundation) ஒரு வகையாகும். கட்டடங்களால் ஏற்படும் சுமையைப் பாதுகாப்பாகவும் சிக்கனமாகவும் பீட (footings) மற்றும் பாய் அடிமானங்களால் (mat foundation) தாங்க முடியாத மென்மையான, அழுங்கும் இயல்புடைய மண்ணில் நிலத்தூண் அடிமானம் பயன்படுகிறது. நீரிலும், நீருக்கு அருகேயும் கட்டப்படும் கட்டடங்களைத் தாங்குவதற்கும் நிலத்தூண் அடிமானம் இன்றியமையாதது.

பாறை அல்லது மண்ணில் நிறுவப்படும் நிலத்தூண் அமைப்புகள் மரம், கற்காறை, எஃகு முதலியவற்றால் அமைக்கப்படுகின்றன. கட்டு நிலத்தூண்கள் (composite piles) கற்காரை மற்றும் மரம்-கற்காரை, எஃகு முதலியவற்றால் கட்டப்படுகின்றன. சில சமயம் மர நிலத்தூண்கள் எஃகு பட்டைகளால் வலிவூட்டப்படுகின்றன.

மர நிலத்தூண்கள். கட்டகச் சுமைகளைத் தாங்குவதற்குப் பயன்படும் முதல் வகை நிலத்தூண்கள் மர நிலத்தூண்களாகும். இவை கிளைகள் வெட்டப்பட்ட அடிமரமாகும். துளையிடல் அல்லது வேறு முறைகளால் இவை நிலத்தில் நிறுவப்படுகின்றன. மண்ணில் நிறுவப்பட்ட பின் இதன் முனை நிலத்தூணின் அடிப்பகுதியாகும். தடித்த பக்கம் மேற்பகுதியாகும்.

மரநிலத்தூண்கள் தொடர்ந்து நீரிலும், நீர்ச்சுற்றுப்புறத்திலும் இருந்தால் அவை நீண்ட காலம்

உழைக்கும் தன்மை பெறுகின்றன. நீர் மட்டத்திற்கு மேல் மரம் காணப்பட்டால் அப்பகுதி உலர் அழுகல் (dry rot) கறையான் முதலியவற்றால் தாக்கமுறும். இதைத் தடுக்க மரநிலத்தூண்கள் நிறுவுவதற்கு முன் கிரியோசோட் எண்ணெயால் அழுத்தப் பதனிடுதல் (pressure treatment) செய்ய வேண்டும். கடற்கரைச் சூழ்நிலையிலுள்ள மர நிலத்தூண்களை, மரத்தை அரிக்கும் ஒருவகை மரப்புழு (teredo or limnoria) தாக்கும். இது மரத்தைத் துளைத்து மரத்தின் கட்டக அமைப்பைக் குலைக்கிறது. நிறுவுவதற்கு முன் கொடுக்கப்படும் வேதிப்பதனிடல் முறையால் மரத்தூண்களை முழுவதுமாகப் பாதுகாக்க முடிவதில்லை. இதனால் கடற்கரைச் சூழ்நிலையில் காணப்படும் மர நிலத்தூண்களின் பகுதியைக் கற்காரை உறையில் இடுவதால் (concrete encasement) காக்கலாம்.

கற்காரை நிலத்தூண்கள். இவை உலகம் முழுவதும் பெரும்பான்மையாகப் பயன்படுகின்றன. கட்டகச் சுமைகளைத் தாங்குவதற்கு ஒரு வகைக் கற்காரைத் நிலத்தூண்கள் பயனாகின்றன. இவை முன் வார்ப்பு வகை (pre cast) அந்த இடத்திலேயே வார்க்கப்படும் வகை (cast-in-place) என இருவகைப்படும். வார்ப்பு முற்றத்தில் (casting yard) செய்யப்படும் முன்வார்ப்புக் கற்காரைத் தூண்கள், நிறுவப்படும் இடத்திலேயோ வேறு இடத்திலேயோ உருவாக்கப்படுகின்றன. எஃகு வலிவூட்டிக் கற்காரைத் தூண்களாகவோ முன்தகைவு பெற்ற கற்கரைத் தூண்களாகவோ இவை செய்யப்படுகின்றன. முன்வார்ப்புக் கற்காரைத் தூண்கள் பல வடிவங்களிலும் அளவிலும் செய்யப்படுகின்றன. தூணின் அடிப்பகுதி குறுகி, கூராகவோ முழுத்தூண் பகுதி குறுகியோ காணப்படும். மண்ணில் எளிதாக நிலத்தூண் துளைத்துச் செல்வதற்குக் கூரான முனை அமைப்பு பயன்படுகிறது. தூணின் குறுக்கு வெட்டுமுகம், சதுரம், அறுகோணம், எண்கோணம், வட்டம் முதலிய வடிவங்களில் காணப்படலாம்.

முன்வார்ப்புக் கற்காரைத் தூண்கள் மரத் திருகு (wood screw) துரப்பணக்கருவி (auger) போல வடிவமைக்கப்பட்டுச் சுழற்சி (rotation) மூலம் மண்ணில் நிறுவப்படுகின்றன. முன்வார்ப்புக் கற்காரைத் தூணின் குறுக்கு வெட்டுமுகப் பரப்பளவு சுமையைப் பொறுத்து அமைகிறது. முன்வார்ப்புக் கற்காரைத் தூண்கள் பொதுவாக ஒரே சீராக வார்க்கப்படுகின்றன. சில சமயம் பகுதி பகுதியாக வார்க்கப்பட்டு நிறுவப்படும் இடத்தில் இணைக்கப்படுகின்றன. ஒரே நீளமாக வார்க்கப்படும் கற்காரைத்தூண்களை நிறுவும்போது பல இடையூறுகள் தோன்றுகின்றன. தேவையான அளவிற்குக் குறைவாகத் தூணின் நீளம் இருப்பின் இணைப்புகள் (splice) பொருத்துவது கடினம். தேவைக்கு மேல் நீளமாக இருப்பின் அதனை வெட்டுவது பெரும்பொருட்செலவு தரும்.

நிலத்தூண்கள் நிறுவும்போது அந்த இடத்திலேயே கற்காரையை வைத்து வார்க்கப்படும் (cast in situ). கற்காரைத் தூண்களில் கீழ்க்காணுமாறு பல வகை உண்டு.

நிலத்தில் துரப்பணக்கருவியால் துளை போடப்பட்டு, அதில் கற்காரை நிறுவப்படுகிறது.

துரப்பணக் கருவியின் மையத்தில் வெற்றுக்குழாய் பொருத்தப்பட்டுத் தேவையான ஆழம் வரை துளை போடப்படுகிறது. துரப்பணக்கருவி எடுக்கப்பட்ட பின்பு கற்காரை நிரப்பப்படுகிறது.

கடைசல் பொறியால் (mandrel) நிலத்தில் மெல்லிய எஃகு கூடு தேவையான ஆழம் வரை உள்ளே செலுத்தப்படுகிறது. பின்னர் அப்பொறி நீக்கப்பட்டு அக்கூட்டில் கற்காரை நிரப்பப்படுகிறது.

ஒரு கனமான எஃகு கூடு (steel shell) நிலத்தில் செலுத்தப்பட்டு கற்காரையால் நிரப்பப்படுகிறது. பின் அக்கூடு வெளியே எடுக்கப்படுகிறது.

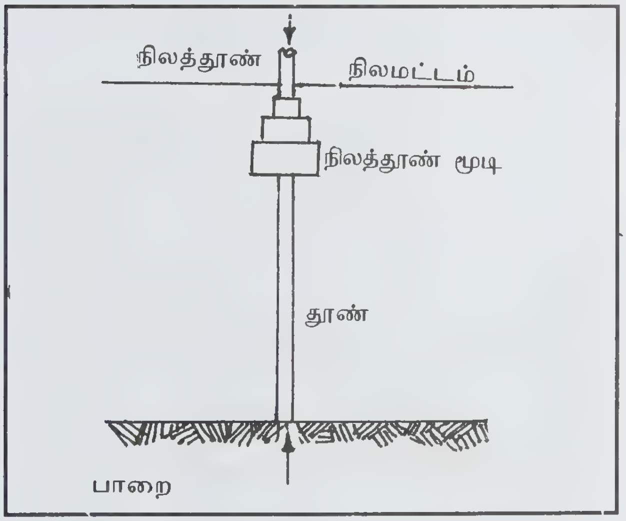
ஓர் எஃகு குழாய் நிலத்தில் செலுத்தப்பட்டுக் கற்காரையால் நிரப்பப்படுகிறது. நிலத்தூணின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பை அதிகரிப்பதற்குத் தூணின் அடியில் குமிழ் வடிவ அமைப்பு (bulk) நிறுவப்படுகிறது. கற்காரைத் தூண்களில் வலிவூட்டிகள் தேவைப்பட்டால் கற்காரையை நிரப்பு முன் எஃகு கம்பிகள் துளைகளில் செலுத்தப்படுகின்றன.

எஃகு நிலத் தூண்கள். கட்டகச் சுமைகளைத் தாங்க நிலத்தில் வடிவ உத்திரங்கள், எஃகு குழாய்கள் முதலியவை நிறுவப்படுகின்றன. பின்னர் எஃகு குழாய்களில் கற்காரை நிரப்பப்படுகிறது.

தாங்கும் திறன். நிலத்திலிருந்து தாங்கு முனை (end bearing) பக்க உராய்வு (side friction) அல்லது இரண்டாலும் நிலத்தூண்கள் தாங்கும் திறன் பெறுகின்றன. மிக மென்மையான வழியாகப் பாறைக்கு அல்லது கடினமான படுகைக்கு நிறுவப்படும் நிலத் தூண்கள் கட்டகச் சுமைகளைத் தாங்கும் வலிமையைத் தூணைத் தாங்கியிருக்கும் கடினமான பாறைகளிலிருந்து பெறுகின்றன. இச்சூழ்நிலையில் நிலத்தூணின் தண்டு தூணாகப் பயன்படுகிறது. மேலும் இது கட்டகச்

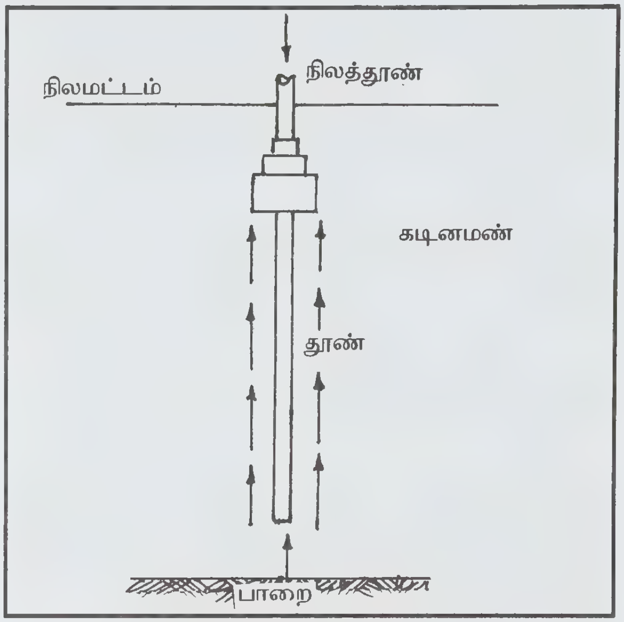
சுமைகளை மேலிருந்து கீழ்வரை பாதுகாப்பாக மாற்றுவதற்குப் போதுமான வலிமையுடன் இருக்க வேண்டும். இருப்பினும் மென்மையான மண்கூடப் மிகத்தடையைக் கொடுக்கும். தாங்குமுனை நிலத்தூண் (lateral restraint), நெளிதலால் (buckling), குலைவது மிக அரிதாகக் காணப்படுகிறது.

கடினமான பாறையோ, படுகையோ, மண்ணிற்குக் கீழே எப்போதுமே காணப்படுவதில்லை. இந்நிலையில் தூண் முனைக்குக் கீழேயுள்ள மண்ணும், தூண் நிறுவப்பட்டுள்ள இடத்திலுள்ள மண்ணும் தூணிற்குத் தாங்குமானமாகின்றன. தூணில் சுமையேற்றப்படும் போது அது கீழ்நோக்கி நகர்கிறது. தூண் பக்கத்திற்கும் அது நிறுவப்பட்டிருக்கும் மண்ணிற்கும் இடையே ஏற்படும் உராய்வும் (friction) தூண் பக்கத்தில் காணப்படும் மண்ணின் துணிப்புத் தடையும் (shearing resistance) தூண் கீழ்நோக்கி நகர்வதைத் தடுக்கும். மேலும், தூண் முனை அடியிலுள்ள மண் அதன் தாங்கு வலிமையால் தூண் கீழ்நோக்கி நகர்தலைத் தடுக்கிறது.

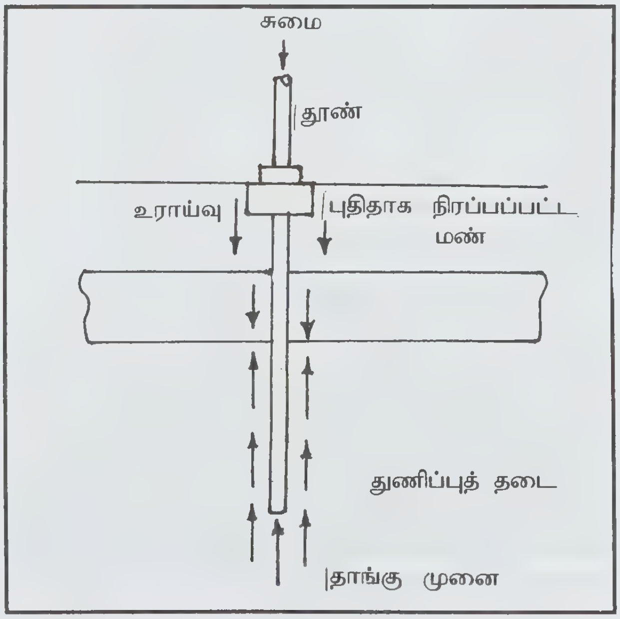


படம் 1 தாங்கு முனை நிலத்தூண்

சில சமயங்களில், நிலத்தூணின் நகர்வை மண் தடைப்படுத்துவதில்லை. நிலத்தூண் நிறுவப்பட்ட மண் கெட்டிப்பட்டால் கட்டகச் சுமையுடன் கீழ்நோக்கிச் செயல்படும் விசை ஒன்று நிலத்தூணின் மேல் செயல்படுகிறது. நிலத்தூணின் பக்கங்களில் மண்ணால் செயல்படும் கீழ்நோக்கிய விசை எதிர் உராய்வு (negative friction) எனப்படும். மென்மையான மண் அடுக்கின் மேல் நிரப்பப்பட்ட புதிய மண்ணில் நிலத்தூண்கள் நிறுவப்பட்டால் எதிர் உராய்வு ஏற்படுகிறது. நிரப்பப்பட்ட புதிய மண்ணில் சுமையால் மென்மையான மண் அடுக்கு கெட்டிப்படுகிறது. அதனால் நிலத்தூண்கள் கீழ்நோக்கி இழுக்கப்படுகின்றன. கட்டகச்சுமை, எதிர் உராய்வு முதலியவற்றைத் தாங்குவதற்கு ஏற்ப, தேவையான ஆழத்தில் மென்மையான மண்ணிற்குக் கீழே நிலத்தூண்கள் நிறுவப்படுகின்றன.



படம் 2. தாங்கு முனையில் சிறிதளவு தாங்குமானம் பெற்ற உராய்வு நிலத்தூண்



படம் 3 எதிர் உராய்வுக்குட்படுத்தப்பட்ட நிலத்தூண்

ஒரு கட்டகத்திலிலுள்ள குறைவான தூண் சுமையைத் தனித்த நிலத்தூண் ஒன்றே தாங்கவல்லது. எனினும், நிலத்தூண்கள் இரண்டோ, மேற்பட்டோ நிறுவப்படுகின்றன. தனித்த ஒரு நிலத் தூணால் கீழ் மற்றும் சுற்றியுள்ள மண்ணில் ஏற்படும் தகைவுகளை ஆய்வு செய்வது எளிது.

நிலத்தூண் தொகுதிகளில் தூண் இடைவெளியைப் பொறுத்து அவற்றின் தகைவுகள் ஒன்றின் மேல் ஒன்று குவிந்துள்ளன. தனி நிலத்தூண்களின் தாங்குமான அளவில் கூட்டுக்கும், நிலத்தூண் தொகுதியின் (pile group) தாங்குமான அளவிற்கும் வேறுபாடு இருக்கும்.

நிலத்தூண் நிறுவுதல். துளைத்தல் மூலமாகவே பல நிலத்தூண்கள் மண்ணில் நிறுவப்படுகின்றன. செங்குத்து இடைவரிக்கட்டைகளுக்கு இடையே இயங்கும் எஃகாலான துளையிடும் சம்மட்டி துளையிடப் பயன்படுகிறது. இயங்கும் சுமை தூக்கியுடன் (mobile crane) இக்கட்டைகள் இணைக்கப்படுகின்றன. ஓர் எஃகு எடை நிலத்தூணிற்கு மேல் தூக்கப்பட்டு ஈர்ப்பு மூலம் விடுவிக்கப்படுகிறது. இது ஓர் எளிய முறையாகும். நிலத்தூணின் மேல் சம்மட்டி வீழ்வதால் ஏற்படும் ஆற்றலால் மண்ணில் உள்ளே அதன் முனை துளைத்துச் செல்கிறது. சுமைதூக்கியில் (crane) உள்ள உருள்கலனுடன் (drum) இணைக்கப்பட்ட வடம் (cable) அல்லது கயிறால் சம்மட்டி தூக்கப்பட்டு வீழ்த்தப்படுகிறது. திமிசு (ram) அல்லது சம்மட்டியைத் தூக்குவதற்கு நீராவி, அழுத்தப்பட்ட காற்று (compressed air) முதலியவை பயன்படுகின்றன. சம்மட்டி நில ஈர்ப்பால் வீழ்த்தப்பட்டால் அது தனித்து இயங்கும் சம்மட்டி (single action hammer) எனப்படும். நீராவி, அழுத்தப்பட்ட காற்று, நில ஈர்ப்புடன் மற்றொரு விசையை உண்டாக்கிச் சம்மட்டியை கீழே வீழ்த்தினால் அது இரு பணியை இயக்கும் சம்மட்டி (double acting hammer) அல்லது வேறுபாட்டுச் சம்மட்டி (differential hammer) எனப்படும்.

டீசல் சம்மட்டி என்னும் பிறிதொரு வகையில் எரி அறையில் (combustion chamber) உள்ள டீசல் எரிபொருள் வெடித்தலால் திமிசு தூக்கப்படுகிறது. திமிசு தேவையான உயரம் வரை தூக்கப்பட்டதும் நில ஈர்ப்பால் கீழே விழுகிறது. மற்றொரு வகை டீசல் சம்மட்டியில், திமிசுக்கு மேல் காற்றறை தூக்கப்பட்டவுடன் காற்றறையிலுள்ள காற்று அழுத்தப்படுகிறது. திமிசு வீழும்போது அழுத்தப்பட்ட காற்று கீழ்நோக்கிய விசை ஒன்றைத் திமிசுக்கு அளிக்கிறது.

அந்த இடத்திலேயே நிறுவப்படும் நிலத்தூண்கள் மெல்லிய எஃகு கட்டையை (thin still shell) மண்ணில் துளைத்துச் சம்மட்டியைப் பயன்படுத்தி நிறுவப்படுகின்றன. கூட்டிலுள்ள பிடிதண்டில் (mandrel) சுமை செலுத்தப்படுவதால் கூடு குலைவதில்லை. தேவையான ஆழம் கிடைத்ததும் பிடிதண்டு எடுக்கப்பட்டுக் கூட்டில் கற்காரை நிரப்பப்படுகிறது.

நிலத்தூண் நிறுவும் பெரும் வளர்ச்சியாக அதிர்வு வகைத் துளையிடும் கருவிகள் (vibratory pile drivers) பயன்படுகின்றன. இத்தகைய துளையிடும் கருவி நிறுவப்படும் நிலத்தூணிற்கு அதிர்வையும் நிலையான (static) கீழ்நோக்கிய விசையையும் அளிக்கிறது. அதிர்வு அமைப்பு (vibrating mechanism) நிலத்தூணின் தலைப்பகுதியுடன் இணைக்கப்படுகிறது. நிலத்தூணிற்கு அதிர்வு அளிக்கப்பட்டவுடன் அதனைச் சுற்றிலும் அதன் முனைக்கடியிலும் உள்ள மண்ணும் அதிர்வு தளர்வடைந்து, துளைத்தலைத் தடுக்கிறது. நிலத்தூண், தன் சுமையாலும் (self weight) கருவியின் நிலைமச் சுமையாலும் கீழ் நோக்கி நகர்கிறது. நிலத்தூண்களை நிலத்திலிருந்து எடுப்பதற்கு அதிர்வுகளைத் துளையிடும் கருவிகள் பயன்படுகின்றன.

துளையிடும் கருவிகளைத் தவிர்த்து நிலத்தூண்களை நிறுவும் முறைகள் பல உள்ளன. சுழலும் வாளி (rotating bucket), துரப்பணம்/துளைப்பான் (augter) முதலியவற்றால் மண்ணில் துளையிடப்பட்டு அதில் கற்காரை நிரப்பப்படுகிறது. நிலத்தூண் நிறுவுவதில் சில இன்னல் ஏற்படலாம். துளையிட்டுச் செலுத்தப்படும் மர நிலத்தூண்கள் மண்ணிலுள்ள சில இடையூறுகளில் மோதுவதினால் உடைந்து சிதறுகின்றன. முன்வார்ப்புக் கற்காரை நிலத்தூண்களும் கடினமான துளைத்தலால் உடையலாம். எஃகு வடிவ நிலத்தூண்கள் சில, முட்டுகளில் மோதுவதால் வளைகின்றன. சில சமயம் அந்த இடத்திலேயே நிறுவப்படும் நிலத்தூண்கள் கட்டுமானத்தில் கற்காரை நிரப்பப்படுகிறது. சுற்றியுள்ள நீர் ஊடுருவுவதால் கற்காரை கெட்டிக்காமல் இருக்கும்.

- இரா. சரசவாணி

நில நடுக்கச் செறிவு அளத்தல்

நிலநடுக்கத்தின் செறிவினை நிலநடுக்க வரைவு (seismograph) கொண்டு அளக்கலாம். நிலநடுக்கத்தின் மதிப்பு நிலநடுக்கத்தின்போது வெளியிடும் ஆற்றலைக் குறிக்கிறது. பொதுவாக நிலநடுக்கத்தின் மதிப்பினை

அளக்கும் முறைகளில் ரிச்சர் (Ritcher) பெரிதும் பயன்படுகிறது. இது நிலநடுக்க மையத்திலிருந்து (epicentre) நிலநடுக்க வரைவி வைக்கப்பட்டுள்ள இடத்தில் ஏற்படும் அதிர்வினை அளப்பதன் மூலம் கணக்கிடப்படுகிறது. இதன் மதிப்பினை 1-9 என்றும் எண்ணில் குறிப்பிடுகின்றனர். இதன் அளவுத் திட்டத்தில் ஒரு முழு எண்ணை உணர்த்துவது நிலநடுக்க மதிப்பு 10 மடங்காக அதிகரிப்பதைக் காட்டுகிறது.

நிலநடுக்கச் செறிவு (intensity) என்பது நிலநடுக்க அதிர்வுகளின் அளவேயாகும். இது விளைவுகளை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஓர் அளவுமுறையாகும். நிலநடுக்கச் செறிவினை அளக்கப் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படும் முறை மெர்கலி செறிவு அளவை முறை (Mercalli intensity scale) ஆகும். இந்த நில நடுக்கச் செறிவு அளவை முறை நிலநடுக்கத்தால் விளைந்த மேற்பரப்பில் ஏற்பட்ட அழிவின் அளவினைப் பொறுத்து அமைகிறது. இவ்வகை விளைவு சார்ந்த அளவை முறை வருமாறு:

1. உணர முடியாததாகவும், தகுந்த சூழ்நிலையில் மட்டும் ஒரு சிலவற்றைக் காணக் கூடியதாகவும் இருக்கும்.

2. கட்டட மேல் தளங்களிலுள்ளோர் மட்டும் உணரக் கூடியதாகவும், தொங்கவிடப்பட்ட பொருள் அசையக் கூடியதாகவும் அமையும்.

3. கட்டட மேல் தளங்களில் உள்ளவர்கள் உணரக்கூடியதாகவும், பெரும்பாலோர் அதனை நிலநடுக்கமாக இனங்காண இயலாத நிலையிலும் காணப்படும். நிறுத்தி வைக்கப்பட்டுள்ள ஊர்தி, சரக்கு வண்டி (truck) போன்றவை மெல்ல அசையும்.

4. பகல் நேரங்களில் வீட்டிலுள்ள பெரும்பாலோர் உணர்வர், வெளிப்புறங்களில் உள்ளோரில் சிலர் மட்டும் உணர்வர்; இரவில் சிலர் விழித்துவிடுவர். தட்டு, சன்னல், கதவு ஆகியன அலைவுறுகின்றன. சுவர்களில் கீறிடும் ஒலி உருவாகும். பெரிய கனமான சரக்கு வண்டி கட்டடத்தை மோதுவதைப் போன்ற உணர்வினை ஏற்படுத்தும். நிறுத்தி வைக்கப்பட்ட கார் நன்கு உணரும் வண்ணம் அசைவுறும்.

5. ஒவ்வொருவரும் உணரக்கூடியதாய், பெரும்பாலோர் விழிப்புற, தட்டு, சன்னல் போன்றவை உடைந்துவிடும். நிலைகுலையும் பொருள்கள் தலைகீழாக வீழ்ந்து மாற்றமடையும். ஊசல் கடிகாரம் இயங்காது நின்றுவிடும். மரம், துருவம் மற்றும் நீள்வடிவப் பொருள்களில் உருக்குலைவு (distorsion) உண்டாகும்.

6. அனைவரும் உணரும்படியாய், அஞ்சி வெளிப்புறங்களுக்கு ஓடுவர். சில எடை மிகுந்த தட்டுமுட்டுப் பொருள்கள் (furniture) நகர்வுறும். சில சமயங்களில் சேதமுறும் புகைபோக்கிச் (chimney) சாந்து (plaster) பெயர்ந்து வீழ்வது போன்றவை காணப்படும்.

7. ஒவ்வொருவரும் வெளிப்புறங்களுக்கு ஓடுவர். நன்கு வடிவமைத்துக் கட்டமைத்த கட்டடங்களில் பெரும்பாலும் அழிவு காணப்படுவதில்லை. நன்கு கட்டப்பட்ட சாதாரண அமைப்புகளில் லேசானது முதல் மிதமானது வரை பாதிப்பு காணப்படும். நன்கு வடிவமைக்காத அமைப்புகளில் அல்லது மோசமாகக் கட்டப்பட்டவற்றில் பேரழிவு காணப்படும். சில புகைபோக்கிகள் உடைந்துவிடும். கார் ஓட்டிகள் உணரக்கூடியதாய்க் காணப்படும்.

8. சிறப்பாக வடிவமைக்கப்பட்ட அமைப்புகளில் குறைவான சேதமும், சாதாரணமாகக் கட்டடங்களில் அரைகுறை சீர்குலைவும், மோசமான கட்டட அமைப்புகளில் பெருமளவு சேதமும் காணப்படும். புகைபோக்கிகள், தொழிலகப் புகைபோக்கிக் கூம்புத்தூண், நினைவுச் சின்னம், சுவர்கள் வீழ்கின்றன. கனமான தட்டுமுட்டுப் பொருள்கள் தலைகீழாக வீழ்ச்சியுற்றுச் சேதமுறும். மணலும் சேறும் சிறிய அளவில் ஆங்காங்கே வெளியேற்றப்படும். கிணற்று நீர் மாற்றம் ஏற்படும். கார் ஓட்டுனர் நிலைகுலைந்து கடினத்திற்கு உள்ளாவர்.

9. நன்கு வடிவமைக்கப்பட்ட சட்டக அமைப்புகள் ஓரளவிற்கு நிலைகுலைந்து காணப்படும். அடித்தளக் கட்டடங்கள் நகர்வுறும்; நிலங்கள் பொதுவாகக் கண்ணுக்கு நேராகவே பிளவுறும்.

10. சில நன்கு கட்டப்பட்ட மர அமைப்புகள் அதிர்வுறும். பெரும்பாலான கொத்து வேலை மற்றும் சட்டக அமைப்புகள் அடியோடு அழிகின்றன. தண்டவாளங்கள் வளையும்; ஆற்றங்கரையிலும் கூராக சரிவுகளிலும் பொதுவாக நிலச்சரிவு ஏற்படும். மணலும் சேறும் இடம் பெயரும்; கரைகளைச் சிதறி உடைத்து நீர் வெளியேறும்.

11. ஏதேனும் கொத்து வேலை அமைப்புகள் அழிவுற்ற நிலையில் இருந்தால் மேலும் அழிவுறும். பாலங்கள்

தகர்ந்து அழிக்கப்படும். நிலத்தில் அகலமான பெரும் பிளவுகள் தோன்றும். நிலத்தடியிலுள்ள குழாய்த் தொடரமைப்பு முழுவதும் தொடர்பற்றுச் சிதறும். நிலங்களில் நிலச்சரிவும், திடீர் வீழ்ச்சியுமிருக்கும். அதிர்ச்சி விசையினால் தண்டவாளங்கள் பெரிதும் வளையும்.

12. நிலத்தின் மேற்பரப்பில் அலைகள் காணப்படும். பொருள்கள் மேல்நோக்கிக் காற்றினுள் எறியப்படும். பொருள்களை நோக்குங்கால் பார்வைக்கோடு நிலையின்றிக் காணப்படும். மாபெரும் அழிவு விளையும்.

- க. சித்திராதேவி

நில நடுக்கம்

புவியோட்டில் திடீரென்று உருவாகித் தொடர்ந்து வரும் மீட்சியியல் தன்மையுடைய அலைகளினால் தோன்றும் அதிர்வு, நில நடுக்கம் (earthquake) எனப்படும். நிலப்பரப்பின் கீழுள்ள தொடக்க மையத்திலிருந்து புறப்பட்டு நிலத்தினூடே செல்லும் அதிர்ச்சி அலைகளினால் நில நடுக்கம் உண்டாகிறது.

நில நடுக்கம் தோன்றுவதற்கு இயற்கையிலும், செயற்கையிலும் பல காரணங்கள் உள்ளன. வெடிகுண்டு வெடித்தல், தொடர் வண்டி செல்லல், கட்டடங்களை இடித்தல், பாறைகளைத் தகர்த்தல் ஆகிய செயல்களால், புவியோட்டில் ஏற்படும் அதிர்வுகளால் மனிதனால் தோற்றுவிக்கப்படும் செயற்கை நில நடுக்கங்களாகும். இவற்றினால் புவியோட்டில் பெருமளவில் அழிவு ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் இயற்கையால் தோன்றும் நில நடுக்கங்கள் நிலத் தோற்றத்திலும், மனித வாழ்க்கையிலும் பேரழிவை உண்டாக்குகின்றன.

இயற்கையால் தோன்றும் நிலநடுக்கங்களை எரிமலைகளால் ஏற்படுபவை (volcanic earthquake), நில அசைவுகளால் ஏற்படுபவை (tectonic earthquake), ஆழ்நிலைப் பாறைகளில் ஏற்படுபவை (plutonic earthquake) என மூவகையாகப் பிரிக்கலாம்.

எரிமலைகளால் ஏற்படுபவை. எரிமலைகள் குமுறும்போது அருகிலுள்ள இடங்களில் நில நடுக்கம் ஏற்படுகிறது. சில சமயங்களில் எரிமலை குமுறுவதற்கு முன்னரே நில நடுக்கம் தோன்றுவதுண்டு. கீழிருக்கும் எரிமலைக் குழம்பு திடீரெனப் பீறிட்டு மேல்நோக்கி எழுவதால் இத்தகைய நில நடுக்கம் ஏற்படுகிறது. எரிமலைகளினால் தோன்றும் நில நடுக்கம் கடுமையாக இருப்பதில்லை.

நில அசைவுகளால் ஏற்படுபவை. திடீரென ஏற்படும் நில அசைவுகளினால் தோன்றும் நில நடுக்கம் மிகவும் கடுமையாக இருக்கும். நில நடுக்கம் புவியோட்டில் 5-24 கி.மீ. ஆழத்தில் காணப்படுகிறது. இந்த நிலநடுக்கத்தால் பாறைகளில் பிளவுகள் ஏற்பட்டுப் பாறைகள் பிளவு தளத்தின் வழியாகப் படத்தில் காட்டியவாறு இடம் பெயர்ந்து நில நடுக்கத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. சில சமயங்களில் அடி நிலக் குகைகள் (underground caves) நொறுங்குவதாலும் நில நடுக்கம் ஏற்படுகிறது. படம் 423ம் பக்கம் காண்க.

ஆழ்நிலைப் பாறைகளில் ஏற்படுபவை. ஆழ்நிலைப் பாறைகளில் ஏற்படும் நில நடுக்கத்தைப் பற்றித் தெளிவான விவரங்கள் தெரியவில்லை. இத்தகைய நில நடுக்கங்கள் புவியோட்டில் 240-670 கி.மீ. இடையிலான பகுதியில் ஏற்படுமெனக் கருதப்படுகிறது. வேதி மாற்றத்தால் ஏற்படும் வெடிப்பு, தாதுப் பொருள் மீள்படிகமாதல், மூலப் பொருள்களால் மாற்றம் ஏற்படுதல் ஆகியவையே நில நடுக்கக் காரணங்களாகும்.

நில நடுக்க அலைகள். புவிக்குள் எந்த இடத்தில் அதிர்வு தோன்றுகிறதோ அந்த இடம் அதிர்வு கீழ் மையம் (focus) எனப்படும். கீழ் மையம் சில சமயங்களில் ஒரே புள்ளியில் அமையாமல் நீள்செல்வதுண்டு. எடுத்துக்காட்டாகப் பிளவு தளத்தைச் சார்ந்து பாறைகள் சரியும்போது நீண்ட தொலைவு விலகிச் செல்வதால் கீழ் மையத்தை ஒரே புள்ளியில் குறிப்பது கடினமாகிறது. கீழ் மையத்திற்கு உயரே புவியின் மேற்பரப்பில் அமைந்துள்ள மையத்திற்கு மேல்மையம் என்று பெயர். நீரில் ஒரு கல்லை எறிந்தால் அங்குத் தோன்றும் அலைகள் வட்ட வட்டமாகப் பரவிச் செல்வதுபோல நில அதிர்வு அலைகள் கீழ்மையத்திலிருந்து அனைத்துத் திசைகளிலும் பரவிச் செல்கின்றன.

நில நடுக்கத்தின்போது ஏற்படுகின்ற நில அதிர்வு அலைகளை (seismic waves) நில நடுக்க வரைவி (seismograph) கொண்டு பதிவு செய்யலாம். இந்த அலைகள் கீழ் மையத்தில் தோன்றி மற்றப் பகுதிகளுக்குப் பரவும்போது எதிரொளிப்பு, முறிவு, தடுப்பு ஆகியவற்றால் பாதிக்கப்பட்டுப் பலவிதமான அலைகளாக மாறுகின்றன.

நிகாரகுவாவில் நிலநடுக்கம்

கலிஃபோர்னியாவில் நிலநடுக்கம்

இவற்றை முதன்மை அலைகள் (primary waves) அல்லது P அலைகள் என்றும் கூறலாம். மற்ற அலைகளை விட மிகவும் வேகமான இவற்றின் வேகம் 1 நொடிக்கு 8 கி.மீ. ஆகும். இரண்டாம் அலைகள் (secondary waves) அல்லது 'S' அலைகள் என்பன ஒளி அல்லது நீரின் அலைகளுக்குச் சமமானவை ஆகும்.

இவ்வலைகளில் பாதையிலிருக்கும் ஒவ்வொரு துகளும் அலைபாயும் திசைக்குச் செங்குத்தாக உயர்ந்து தாழ்ந்து ஊசலியக்க அலை முன்னோக்கிச் செல்கிறது. இவற்றின் வேகம் ஒரு நொடிக்கு 4.5 கி.மீ. ஆகும். மேற்பரப்பு அலைகள் (surface waves) அல்லது L அலைகள் புவியின் மேற்பரப்பில் நெடுந்தொலைவு செல்பவை. P,S அலைகளை விட L அலைகள் குறைவாகவே உள்ளன. இருப்பினும் இவற்றினால் பேரிழப்பை ஏற்படுத்த முடியும்.

நிலநடுக்க விளைவுகள். நில நடுக்கத்தின்போது பாறைகள் இடம் மாறுவதால் அவை ஒன்றோடொன்று உராய்ந்து ஓசையை எழுப்புகின்றன. நில நடுக்கத் தீவிரத்தைப் பொறுத்து ஓசையின் அளவு மாறுபடும். அச்சமயம் வளி மண்டலத்தில் காற்றின் வேகம் திடீரென அதிகரித்து மேகங்கள் மேல் நோக்கி உந்தப்பட்டுப் பெருமழை பெய்கிறது. நில நடுக்கத்தின்போது வளிமண்டலத்தில் தூசிகள் மிகுதியாகப் படர்ந்து விடுவதால் சூரியன், சிவப்பு நிறமாகக் காட்சியளிக்கிறது. நிலம் மேல் நோக்கியும், கீழ்நோக்கியும் உந்தப்படுவதால் நிலத்தில் பிளவுகளும், விரிசல்களும், வெடிப்புகளும் தோன்றுகின்றன.

நில நடுக்கம் ஏற்படும் இடங்கள். சான்பிரான்சிஸ்கோ, லெபனானிலுள்ள லடாகியோ, துருக்கி, டோக்கியோ, சைப்ரஸ், அல்ஜீரியாவிலுள்ள ஆர்லியன்ஸ்வில்லி, கிரீஸ், பிலிப்பைன்ஸ், யுகோஸ்லாவியா, சிலி, இந்தியாவில் சிந்து கங்கைச் சமவெளி, காஷ்மீர், வடக்குப் பீகார், அசாம், குஜராத் ஆகிய பகுதிகளில் நில நடுக்கம் அடிக்கடி ஏற்பட்டுப் பேரழிவு உருவாகிறது. இவ்விடர்ப்பாட்டிலிருந்து மக்கள் தங்களைப் பாதுகாத்துக் கொள்ளத் தத்தம் வீடுகளை மூங்கில், மரம், இரும்பு போன்ற பொருள்களால் கட்டிக் கொள்கின்றனர்.

- மு. இராமச்சந்திரன்

நில நடுக்க வரைவி

புவி மேலோட்டின் இயக்கத்தினால் ஏற்படக்கூடிய நிலநடுக்கத்தை, 1000 கி.மீட்டருக்கு அப்பால் நிகழ்ந்தாலும் கண்டறியக்கூடிய கருவியினை நில நடுக்க அறிவியலார் உருவாக்கியுள்ளனர். இக்கருவியே நில நடுக்க வரைவி (seismography) எனப்படுகிறது. இக்கருவியின் உதவியால் நிலநடுக்கத்தின் அதிர்வுகளைக் கொண்டு அது தோன்றிய இடத்தை அறிய முடிகிறது. அதன் மூலம் நில நடுக்க அலைகள் (seismic waves) ஊடுருவிச் செல்லக்கூடிய பாறைகளைப் பற்றிய விவரங்களைப் பெற முடிகிறது.

நில நடுக்க வரைவி அடிப்படையில் தனி ஊசலின் அமைப்பைக் கொண்டது. நிலையமைப்பி அல்லது இயக்க மாற்ற எதிர்ப்பினால் கனமான நிறையுள்ள தனி ஊசல் குண்டு அதற்குக் கீழுள்ள நிலம் திடீரென்று சரியும் போது அல்லது ஒரு பக்கமாகச் சாயும்போது அசைவற்று நிற்கும். தனி ஊசல் குண்டில் இணைக்கப்பட்ட பதிவு செய்யும் பேனா இந்நடுக்கங்களைப் புவியுடன் அசைவுறும் காகிதத்தில் பதிவு செய்கிறது.

பதிவு செய்யும் காகிதம் சுற்றப்பட்ட உருளை சுழன்று கொண்டே இருக்கும். மேலும் பதிவு செய்யும் பேனாவிற்கு முன்புறமாக நகர்ந்து கொண்டிருக்கும். இதன் விளைவாகத் தாளில் தொடர்ச்சியான கோடு வரையப்படும்.

பொதுவாக, உராய்வினைத் தவிர்க்கப் பதிவுப் பேனாவாகக் கண்ணாடியில் எதிரொளிக்க ஒளிப்புள்ளி (light spot) செயல்படுகிறது. இது ஒளிப்படத்தாளில் மெல்லிய கோடுகளை உருவாக்குகிறது. பெரும்பாலும் குன்று மற்றும் பள்ளத்தாக்கில் ஏற்படும் உணரமுடியாத அதிர்ச்சிகளைப் பெருமளவிற்குப் பன்மடங்கு பெரிதாக்குகிறது. ஒவ்வொரு பதிவின்போதும் மணியையும், நொடியையும் துல்லியமாகக் காலங்காட்டும் கருவி குறித்துக் கொள்கிறது.

நில நடுக்கத்தின்போது ஏற்படும் நிலை அசைவினைப் பதிவு செய்ய மூன்று நில நடுக்க வரைவிகள் தேவைப்படுகின்றன. ஒன்று செங்குத்தான நிலையிலும் பிற இரண்டும் கிடைமட்டத்திலும் அமைந்தவை. இவ்வாறு மூன்று கருவிகளின் மூலம் நடுக்கத்தைப் பதிவு செய்து, ஆய்வகத்திலிருந்து நிலநடுக்க மையத்திற்கும் (epicentre) ஆய்வுகூடத்திற்கும் உள்ள தொலைவைக் கணக்கிடலாம். நில அதிர்வை ஆய்வு செய்வதற்கும் பதிவு செய்வதற்கும் மட்டுமல்லாமல், எண்ணெய் மற்றும் வளிமம் ஓரிடத்தில் இருப்பதை அறியவும் நில நடுக்க வரைவி பெரிதும் பயன்படுகிறது.

- க. சித்திராதேவி

நில நடுக்கவியல்

நில நடுக்கங்களைப் பற்றிய ஆய்வு நில நடுக்கவியல் (seismology) எனப்படும். நில நடுக்கங்கள் தரையிலும் கடலடித்தரையிலும் கூட உண்டாகும். நில நடுக்கங்கள், தரைக்கடியில் சிக்கியுள்ள மிகுதியான வளிமங்கள் வெளிப்பட முயல்வதனால் ஏற்படுகின்றன என அரிஸ்டாட்டில் கருதினார். புவிப் பரப்பிலிருந்து பல கி.மீ. ஆழத்திலுள்ள பெரும் பாறைகள் நகர்வதால் ஏற்படுகிற அதிர்ச்சி அலைகளே நில நடுக்கங்கள் என 1760 இல் ஜான் மிச்சல் என்னும் புவியியல் வல்லுநர் கூறினார். 1855ஆம் ஆண்டில் லூகி பால்மீரி என்னும் இத்தாலிய இயற்பியலார் முதல் நில நடுக்க வரைவிக் கருவியை அமைத்தார்.

புவியில் ஆண்டுதோறும் ஏறக்குறையப் பத்து லட்சம் நில நடுக்கங்கள் உண்டாகின்றன. அவற்றில் குறைந்தது பத்து நடுக்கங்கள் பேரழிவை உண்டாக்குகின்றன. குறைந்தது நூறு நில நடுக்கங்களாவது கடுமையானவையாக இருக்கின்றன. ஆண்டுதோறும் ஏறத்தாழ 15000 மக்கள் நில நடுக்கங்களினால் கொல்லப்படுகிறார்கள். ஒரு பெரிய நில நடுக்கத்தின்போது ஒரு லட்சம் சாதாரண அணு குண்டுகள் வெடிப்பதற்குச் சமமான ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. சில நில நடுக்கங்கள் புவியையே உலுக்குகிற அளவுக்கு வலிமை பெற்றிருக்கின்றன. 1960இல் சிலி நாட்டில் நிகழ்ந்த நில நடுக்கத்தால் புவி ஒரு மணி நேரத்திற்கு ஒருமுறை பேரதிர்வுக்குள்ளாக்கியது.

நிலநடுக்க அலைகளில் இருவகையுண்டு. புவியின் மேல் பரப்பின் வழியாகப் பயணம் செய்கிற அலைகள் மேற்பரப்பு அலைகள்; புவியின் உட்பகுதியில் புகுந்து வருகிறவை உள் புவி அலைகள்; அவை மேற்பரப்பு அலைகளுக்கு முன்னதாகவே ஓரிடத்துக்கு வந்து சேர்ந்துவிடும். இவற்றில் முதன்மை அலைகள், துணை அலைகள் என இருவகையுண்டு. முதன்மை அலைகள் ஒலி அலைகளைப் போன்ற நெடுக்கு அலைகள். இவை அனைத்து ஊடகங்களிலும் பரவும். துணை அலைகள் குறுக்கலைகள். இவை திண்மங்களில் மட்டுமே பரவும். நீர்மங்களிலும் வளிமங்களிலும் பரவா. முதன்மை அலைகள் துணை அலைகளைவிட அதிகமான வேகத்துடன் பரவும். துணை அலைகள் வந்து சேர ஆகும் காலத்தாழ்விலிருந்து நில நடுக்கம் ஏற்பட்ட இடத்தின் தொலைவை மதிப்பிடலாம். புவிக்குள் நில நடுக்கம் ஏற்பட்ட இடம் குவியம் எனப்படும். அதற்கு நேர் மேலே தரைப் பரப்பில் உள்ள புள்ளி நில நடுக்க மையம் எனப்படும். மூன்று பதிவு நிலையங்களிலிருந்து பெறப்படுகிற தொலைவு மதிப்பீடுகளை ஆரமாகக் கொண்டு மூன்று வட்டங்களை வரைந்தால் அவை நில நடுக்க மையத்தில் சந்திக்கும்.

இந்த இரண்டு அலைகளின் திசைவேகங்களும் பாறை ஊடகத்தின் தன்மை, வெப்பநிலை, அழுத்தம் ஆகியவற்றால் பாதிக்கப்படுகின்றன. எனவே இவற்றின் உதவியால் தரைக்குக் கீழே ஆழத்தில் உள்ள நிலைமைகளைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இம்முறைகள் மூலம் தரைப் பரப்பில் புவியின் அடர்த்தி 2.8 கிராம்/க.செ.மீ. ஆகவும், 1600 கி.மீ. ஆழத்தில் 5 கிக./செ.மீ ஆகவும், 2880 கி.மீ. ஆழத்தில் 6 கி/க.செ.மீ. ஆகவும் உள்ளது எனக் கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. 3760 கி.மீ. ஆழத்திலுள்ள குட்டன்பர்க் இடைவெளியில் அடர்த்தி திடீரென்று 9கி/க.செ.மீ அளவுக்குத் தாவிடுகிறது. அதன்பிறகு படிப்படியாக 11.5 கி/க.செ.மீ அளவு வரை உயர்கிறது.

வரையறைகளும் உட்பிரிகளும். நில நடுக்கவியல் என்பது அதிர்வுகளைப் பற்றிய ஆய்வு ஆகும். நில நடுக்கங்களை அளவிடக் கூடிய துணை அலகுகளைக் கண்டுபிடிப்பதும், நில நடுக்க ஆற்றல் பரவுகிற ஊடகத்தில் அலைகளின் திசைவேகக் கட்டமைப்புகளை விவரிக்கக்கூடிய துணை அலகுகளைக் கண்டுபிடிப்பதும் இதிலடங்கும். எளிமைக்காகப் புவியின் அலைவேகக் கட்டமைப்புகளைத் தெரிந்தவையாகக் கற்பிதம் செய்து கொண்டு அலைகளின் திசைவேகக் கட்டமைப்பை மதிப்பிடுவதும் உண்டு. உண்மையில் நில நடுக்கவியல் என்பது இந்த இரண்டு அணுகுமுறைகளிலும் மாறி மாறி வரும் திருப்புக் கணித ஆய்வு முறை எனக் கருதலாம்.

திசைவேகக் கட்டமைப்பைத் தெரிந்ததாகக் கற்பிதம் செய்து கொண்டு நில நடுக்கத்தை ஆய்வு செய்வதில் நில நடுக்கத் துணை அலகுகளை மதிப்பிடுவதும், அவற்றுக்கிடையிலான இடைத் தொடர்புகளை அறுதியிடுவதும், இக்கண்டுபிடிப்புகளின் சாத்தியமான இயற்பியல் உட்பொருளைக் கண்டுபிடிப்பதும் அடங்கும். ஒரு கண்டத் தகட்டு நில நடுக்கத்தை விவரிக்கிற எட்டுத் துணை அலகுகள் பின்வருமாறு, குறுக்குக்கோடு, நெடுக்குக்கோடு, ஆழம், தொடக்க நேரம், பரிமாணம் (size), (ஆற்றல் அல்லது எண் மதிப்பு), தாக்கு திசை (strike), சரிவு (dip), ஆழ்தல் (plunge).

உணர்நிலை நடுக்கவியல். நில நடுக்கம் என்பது புவியில் ஏற்படும் அதிர்வுகளே ஆகும். தரையின் அதிர்வுடன் நேரடியான தொடர்புள்ள விளைவுகள் முதன்மை விளைவுகள் எனப்படுகின்றன. ஏனைய அனைத்து விளைவுகளும் துணை விளைவுகள் எனப்படும். குறிப்பாகத் தரையின் இயக்கத்தின் மறுவிளைவாக ஏற்படுகிற, கட்டடங்கள் சேதப்படுதல் போன்ற விளைவுகள் அனைத்துமே துணை விளைவுகள் ஆகும். நில நடுக்கத்தின் உணர் ஆய்வுகளைப் புலன் உணர்வுகளின் அடிப்படையில் மூன்றாகப் பிரிக்கலாம். ஒலி மூலமான ஆய்வுகளுக்கு நில நடுக்கத்தின்போது தோன்றும் இடிமுழக்கம் அல்லது குண்டு வெடிப்பு போன்ற ஒலிகள் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. இந்த ஒலி வரிசையான உருளல் ஒலிகளாகவோ குறுகிய வெடி ஒலிகளாகவோ இருக்கலாம்.

நில நடுக்கங்களின்போது வானில் ஒளிகள் தோன்றுவதுண்டு. இவை ஒரு மங்கலான ஒளிப்பொலிவிலிருந்து செறிவு மிக்க ஒளிக்கீற்றுகள் வரையான பல விதங்களில் காணப்படும். தொடு உணர்வு தொடர்பான ஆய்வில் உடலில் உணரப்படும் உணர்வுகளும், நடமாட முடியாத சூழ்நிலைகளும் பதிவு செய்யப்படும்.

நில நடுக்கத்தின்போது கட்டடங்கள் சேதப்படுவது யாவரும் அறிந்த, வெளிப்படையாகத் தெரிகிற விளைவு. ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் கட்டடங்களுக்கு ஏற்படும் சேதத்தின் அடிப்படையில் நில நடுக்கத்தின் செறிவை அளக்கிற திருத்தப்பட்ட மெர்காலி அளவுத் திட்டம் (Mercalli scale) என்னும் அளவீடு முறை உருவாக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஓரிடத்தில் நில நடுக்கம் ஏற்படும்போது உண்டாகும் நிகழ்வுகளின் அடிப்படையில் அதன் செறிவு அளவிடப்படுகிறது. செறிவு ஒரு நில நடுக்கத்தின் பரிமாணத்தைக் குறிப்பிடுவது அன்று. எடுத்துக்காட்டாக, அண்மையில் மையம் கொண்ட ஒரு சிறிய நில நடுக்கமும் தொலைவில் மையம் கொண்ட ஒரு பெரிய நில நடுக்கமும் ஓரிடத்தில் சம அளவுள்ள செறிவுகளைக் கொண்டனவாக, அதாவது ஒரே அளவு சேதத்தை ஏற்படுத்துவனவாக இருக்க முடியும். நில நடுக்க மையத்தைச் சுற்றி அமைந்திருக்கிற ஒரு பரப்பில் நிகழும் நிகழ்வுகளைப் பதிவு செய்து செறிவைக் கணக்கிடலாம். நில நடுக்க மையமுள்ள பகுதியின் நிலப் படத்தில் இந்தச் செறிவுகளைக் குறித்துச் சமச் செறிவுள்ள புள்ளிகளைக் கோடுகளால் இணைக்கலாம். இக்கோடுகள் சமநில நடுக்கச் செறிவுக் கோடுகள் (isoseismals) எனப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட நிலப் பகுதியில் தோன்றிய பல நில நடுக்கங்களுக்கான சம நில நடுக்கச் செறிவு திணைப்படத்தில் குறிக்கப்படும். பெரும நில நடுக்கச் செறிவுகள் அடங்கிய இத்தகைய ஒரு நிலப்படம் அப்பகுதியில் நில நடுக்க ஒப்பீட்டு வாய்ப்புகளைச் சுட்டிக் காட்ட உதவும்.

சம நில நடுக்கச் செறிவுக் கோடுகள் பெரும்பாலும் ஒரு மையமுள்ள நீள் வட்டக் கோடுகளாக இருக்கும். அவற்றின் மையத்தில் நில நடுக்க மையம் அமையும். நில நடுக்கக் குவியம் என்பது புவிக்குள் நில நடுக்கச் செயல்முறை தொடங்கும் இடம். அதற்கு நேர்மேலே தரைப்பரப்பில் இருக்கும் புள்ளியே நில நடுக்க மையமாகும். சமநில நடுக்கச் செறிவுக்கோடுகளுக்கு இடையில் உள்ள இடைவெளிகளிலிருந்து நில நடுக்க குவியம் உண்டான ஆழத்தை மதிப்பிடலாம். அவற்றுக்கிடையிலான இடைவெளி மிகுந்திருந்தால் நில நடுக்கக் குவியத்தின் ஆழமும் மிகுந்திருக்கும். குவியத்தின் ஆழத்திலிருந்தும் பெருமச் செறிவிலிருந்தும் நில நடுக்கத்தில் வெளிப்பட்ட ஆற்றலின் அளவை

மதிப்பிடலாம். சமநில நடுக்கச் செறிவுக்கோடுகளின் பெரும் அச்சு, பிழைத்தளங்களின் தாக்கு திசையாகும். பிழைத் தளம் முழுவதிலும் இயக்கம் சீராக இருந்ததாகக் கற்பிதம் செய்து கொண்டு, நில நடுக்க மையத்திற்கு எதிர் எதிர்ப் பக்கங்களில் சம நில நடுக்கச் செறிவுக் கோடுகளின் சரிவுகளை ஒப்பிட்டுப் பிழைத் தளத்தின் சரிவைக் கூட மதிப்பிட்டு விடலாம். கோடுகள் மிகுதியும் சரிந்துள்ள பக்கத்தை நோக்கிப் பிழைத்தளம் சரிகிறது. அதாவது அதிகச் செறிவுள்ள பகுதியில் பிழைத்தளத்தின் பரப்பு அதிகமாயிருக்கிறது. ஆழ்தலைக் கண்டுபிடிக்க உணர்முறைத் தகவல்கள் போதுமான பொருளுள்ள வகையில் கிடைக்கவில்லை. முதன்மை நில நடுக்க விளைவுகளை ஆராய்வதில் தரையின் இயக்கத்தை அளவிடுகிற நில நடுக்க வரைவிகள் **(seismographs)** பயன்படுகின்றன.

குவியமும், தொடக்க நேரமும் சிறும இருமடி முறை என்னும் செயல்முறையின் மூலம் மதிப்பிடப்படுகின்றன. பரிமாணம் என்பது எண் மதிப்பால் குறிப்பிடப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட புவியியல் கட்டமைப்புள்ள அமைப்புகளில், குறிப்பிட்ட சிறப்பியல்புகள் கொண்ட ஒரு குறிப்பிட்ட கருவியின் உதவியுடன் ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவில் பதிவாகும் அலைகளின் வீச்சின் அடிப்படையில் எண் மதிப்பு வரையறுக்கப்படுகிறது. நடைமுறையில் எண் மதிப்பு சுழிக்கும் குறைவானது முதல் எட்டுக்கும் மேற்பட்ட மதிப்புகள் கொண்டதாய் இருக்கலாம். ஆனால் அதற்குக் கொள்கையளவில் மேல் வரம்பு, கீழ் வரம்பு என ஒன்றும் இல்லை. வீச்சு பத்து மடங்கு அதிகரித்தால் எண் மதிப்பில் ஒன்று உயரும்.

நில நடுக்க வரைவிலிருந்து கிடைத்த காட்சிப் பதிவுகளைக் குவியத்தை மையமாகக் கொண்ட அலகு ஆரமுள்ள ஒரு கோளத்தின் இயக்கத்திற்கானதாகச் சுருக்கித் தாக்குதிசை, சரிவு, ஆழ்தல் ஆகியவற்றை மதிப்பிடலாம். ஆனாலும் இவற்றை அளவிடுவது இன்னும் ஒரு வழக்கமான நடைமுறையாக உருவாகவில்லை. சிறப்பான ஆய்வு மேலும் தேவைப்படுகிறது.

நில நடுக்கத்தினால் ஏற்படும் கட்டடச் சேதங்களே பெருமளவில் உயிரிழப்பை உண்டாக்குகின்றன. நவீன கட்டுமான முறைகள் கூட நில நடுக்கத்தைத் தாங்கி நிற்கக்கூடிய கட்டடங்களை அமைப்பதில் வெற்றி பெறவில்லை. சரியான முறையில் கட்டப்பட்ட கட்டடங்கள் இடிந்துவிழும்போது அவற்றில் வாழ்பவர்கள் உயிர் பிழைக்க வாய்ப்புமிகுதி. நில நடுக்கங்களினால் கட்டடங்களில் ஏற்படும் விளைவுகள் பதிவு செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. அமெரிக்க நகரங்களில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல் உயரமுள்ளவையாகக் கட்டப்படும் கட்டடங்களில், மூன்று உறுப்புகள் கொண்ட நில நடுக்க வரைவிகள் அமைக்கப்படவேண்டும் என விதி செய்யப்பட்டிருக்கிறது. மேற்பரப்பின் சரிவு அதிகமானால் நில நடுக்கத்தன்மையும் அதிகமாவதாகக் காணப்பட்டிருக்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட நேர நெடுக்கத்தில் தோன்றும் ஒரு குறிப்பிட்ட பரிமாணமுள்ள நடுக்கங்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாக அதிகமாக, அந்த நேர நெடுக்கத்தில் தோன்றக்கூடிய பெருமப் பரிமாணமும் அதிகமாயிருக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் பல சிறிய நில நடுக்கங்கள் தோன்றினாலும், பெரிய நில நடுக்கங்களின்போது மட்டுமே பெரும்பாலான ஆற்றல் வெளியிடப்படுகிறது. நில நடுக்கங்கள் சிறிய அளவிலான காலாந்தரத் தன்மை பெற்றவையாகத் தெரியவில்லை. ஆனால் ஒரு மிகப்பெரிய அளவிலான காலாந்தரத் தன்மை, ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் நிகழ்கிற மிகப்பெரும் நில நடுக்கங்களில் காணப்பட்டிருக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக மேற்கு ஐபீரியன் தீபகற்பத்தில் (நார்வே, ஸ்வீடன்) ஏறத்தாழ 200 ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை 8க்கு மேல் எண் மதிப்புள்ள பெரும் நில நடுக்கங்கள் 1146, 1344, 1531, 1755, 1968 ஆகிய ஆண்டுகளில் நிகழ்ந்திருக்கின்றன. காம்சட்கா பகுதியில் இதே போன்ற ஒரு நீண்ட காலாந்தரத் தன்மையில் நில நடுக்கங்கள் ஏற்படுகின்றன.

பேரழிவு உண்டாக்கும் நில நடுக்கங்கள் அடிக்கடி உண்டாகிற நிலப் பகுதிகளில் தரைப்பரப்பு மீண்டும் மீண்டும் சரியான சம தளமாகிவிடுவது கூடிய விரைவில் ஒரு பெரும் நிலநடுக்கம் தாக்கப் போவதற்கான அறிகுறியாக இருக்கக்கூடும். நிலப் பரப்பின் சாய்வு, திரிபு ஆகியவற்றில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்கும் பெரும் நில நடுக்கங்களுக்கும் இடையில் தொடர்பிருக்கலாம் என்று தோன்றுகிறது. புவியின் காந்தப்புலத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்கள், புவிக்குள் பாறைகளுக்குள் நிலவும் விசைகளில் ஏற்படுகின்ற மாற்றங்களின் காரணமாக அவற்றின் காந்த ஏற்புத்திறனிலும் எஞ்சிய காந்தத் தன்மையிலும் ஏற்படும் மாற்றங்களுடன் ஏதோ ஒரு வகையில் தொடர்பு கொண்டவையாக இருக்கலாம் எனவும் புவியின் காந்தப்புலத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களை அளவிடுவதன் மூலம் நில நடுக்க முன்னறிவிப்புச் செய்யலாம் எனவும் ஒரு கருத்து நிலவுகிறது. தரையிலிருந்து வெளிப்படுகிற பாதரச ஆவியின் அளவைக் கணக்கிட்டு நில நடுக்க முன்னறிவிப்புச் செய்யலாம் என ரஷ்ய அறிஞர்கள் மெய்ப்பித்துள்ளனர். ஓரிடத்தில் பாதரச ஆவியின் செறிவு 60-100 மடங்கு

வரை அதிகரிக்குமானால் அங்கு 15-80 மணிநேரத்திற்குள் பெரிய நில நடுக்கம் ஏற்படும். பதிவு செய்யப்படும் இடத்திலிருந்து 400-கி.மீ. தொலைவில் கூட அது ஏற்படலாம்.

நில நடுக்கம் தோன்றுவதற்கு முன் ஓரிடத்திலிருந்து வெளிப்படும் ஹைட்ரஜனின் அளவு அதிகரிப்பதாக ஜப்பானிய அறிஞர்கள் கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். நிலத்தடி நீர் மட்டங்களில் மாற்றம், தரைப்பரப்பு லேசாகச் சாய்வது, நில நடுக்கப் பகுதிகளின் ஊடாக அதிர்வுகள் பரவுவதில் ஏற்படும் மாற்றங்கள், இராக் கால வானில் விந்தையான ஒளிகள் தோன்றுதல், தரைப் பரப்பில் திடீரெனப் பிளவுகள் உண்டாவது போன்ற நிகழ்வுகள் நில நடுக்கத்தை வருமுன் உரைப்பவை.

நில நடுக்கம் ஏற்படுவதற்கு 24 மணி நேரம் முன்பிருந்து தோன்றும் ஒலிகளை அடையாளம் காணும் முறைகளை ரஷ்ய அறிஞர்கள் உருவாக்கியுள்ளனர். நில நடுக்கத்தின் முழக்கம் தோன்றுவதற்கு முன்னால் ஒரு சலசலப்புப் பின்னணி கேட்கிறது. அது மறைந்து ஒரு தெளிவான, மெதுவான ஆனால் படிப்படியாக விரைவுபடுகிற பறை போன்ற ஒலி கேட்கிறது. அது கேட்டால் நில நடுக்கம் வருவது உறுதி என ரஷ்ய அறிஞர்கள் கூறுகிறார்கள். நில நடுக்கம் நெருங்க நெருங்கக் குவியத்திலிருந்து வரும் நுண் அதிர்வுகளின் அதிர்வெண்கள் மாறுகின்றன. இது முன்கூட்டியே தீர்மானிக்கப்பட்டது போன்ற ஒரு நிகழ்ச்சி நிரலின்படி நடக்கிறது. நில நடுக்கத்திற்கு முந்திய ஆயத்தக் கட்டங்கள் ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்ணுள்ள ஒலி பிறக்கிறது. வலிமை குன்றிய நுண்ணதிர்வுகள் ஏறத்தாழ உலகம் முழுவதையும் சுற்றி வந்து விடுகின்றன. வலிமைமிகு அலைகளால் இது முடியவில்லை. நுண்ணதிர்வுகள் மற்ற அலைகளிலிருந்து தொடர்ந்து ஆற்றலை உட்கவருவதே இதற்குக் காரணம். புவியின் இயற்கையான அதிர்வு கூட இவ்வாறு ஆற்றலை அவற்றுக்கு அளிக்கிறது. நில நடுக்க ஒலிகளைப் பகுப்பாய்வு செய்து குவியத்திலிருந்து நேரடியாக வருகிற ஒலிகளை அடையாளம் காண உதவுகிற ஒரு சிறப்பு உத்தியை ரஷ்ய நில நடுக்க வல்லுநர்கள் உருவாக்கியிருக்கிறார்கள்.

கடலடித்தரையிலுள்ள தரைத்தகடுகள் சந்திக்கும் இடங்களில் மீதேன் நீர்மம் கசிந்து வெளிப்படுகிறது. கடலடித் தகடுகள் கண்டத்தகடுகளை நெம்பித் தள்ளும்போது வண்டல்கள் அழுத்தப்பட்டு அவற்றிலிருந்து நீர்மங்கள் வெளிப்படும். நில நடுக்கம் தோன்றுவதற்கு முன் இந்த அழுத்தம் மிகுதியாகி நீர்மங்கள் அதிக வேகத்துடன் வெளிப்படும். இதன்மூலம் நில நடுக்கம் வரப்போவதை முன்னறிவிப்புச் செய்யலாம். நில நடுக்கம் வருவதை விலங்குகளும் பறவைகளும் தம் உள்ளுணர்வுகளின் காரணமாக முன்கூட்டியே அறிந்து கொண்டு விடுமெனத் தெரிகிறது.

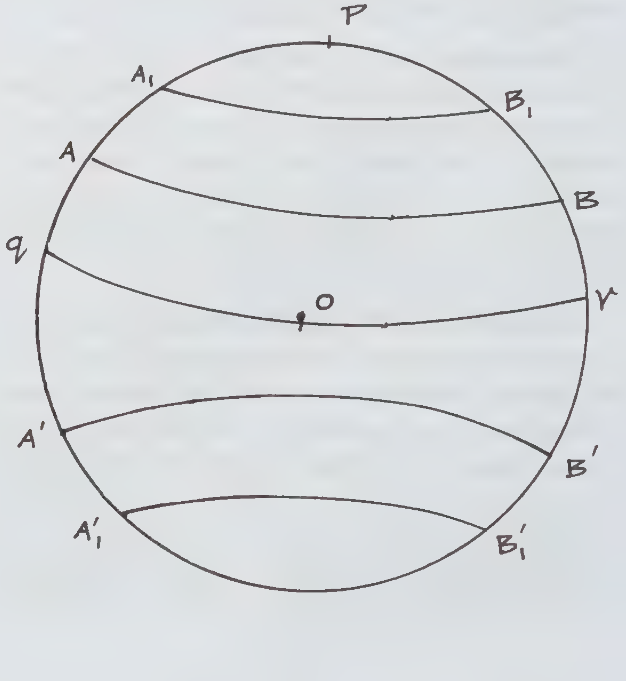
- கே. என். ராமசந்திரன்

நிலநடுவரை

புவி, தன் ஒரு விட்டத்தை அச்சாகக் கொண்டு நாளொரு முறை சுழன்று வருகிறது. இவ்விட்டத்திற்குத் துருவ அச்சு எனப் பெயர். துருவ அச்சின் முனைகள் வட துருவம், தென் துருவம் எனக் குறிக்கப்படும்.

புவியின் மையம் வழியாக, துருவ அச்சுக்குக் குத்தான தளம் வெட்டும் பெருவட்ட வரம்புக்கோடு புவியின் நில நடுவரை அல்லது நில நடுக்கோடு (terrestrial equator) எனப்படும். நில நடுவரையின் மேல் உள்ள அனைத்து இடங்களும் துருவங்களிலிருந்து சம தொலைவில், 0° அகலாங்கில் உள்ளன.

நடுவரைத் தளத்திற்கு ஒரு போக்கான தளங்களால் வெட்டப்படும் சிறுவட்ட வரம்புக்கோடு அகலாங்கு (latitude) எனப்படும். நடுவரைக்கு வடக்கேயுள்ள அகலாங்குகள், வட அகலாங்குகள் என்றும், தெற்கே உள்ளவை தென் அகலாங்குகள் என்றும் குறிப்பிடப்படும்.



இரு துருவங்களின் வழியாகச் செல்லும் பெருவட்ட வரம்புக்கோடு நெட்டாங்கு (longitude) எனப்படும். பொதுவாக, எந்தவோர் இடத்தின் வழியாகச் செல்லும் நெட்டாங்கு வட்டத்தை, அவ்விடத்தின் புவியின் உச்சி வட்டம் என்பது மரபு. கிரீன்விச் நகரம் வழியாகச் செல்லும் நெட்டாங்கு நியம அல்லது பொது நெட்டாங்கு என்றும், அதை நெட்டாங்கு என்றும் குறிக்கலாம். கிரீன்விச்சுக்குக் கிழக்கேயுள்ள இடங்களின் நெட்டாங்குகள் 0^0E-180^0W வரையான கிழக்கு நெட்டாங்குகள் (0^0-180^0) என்றும் மேற்கேயுள்ளவை (0^0-180^0) வரையான மேற்கு நெட்டாங்குகள் என்றும் குறிப்பிடப்படும்.

புவியின் மேலுள்ள ஓரிடத்தின் அகலாங்கு, நெட்டாங்கு கொடுக்கப்பட்டிருந்தால் எளிதாக அந்த இடத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, 68^0E, 43^0N எனக் கொடுக்கப்பட்டிருந்தால், அந்த இடம் கிரீன்விச்சிலிருந்து கிழக்கே 68^0 நெட்டாங்கிலும், நிலநடுவரையிலிருந்து வடக்கே 43^0 அகலாங்கிலும் உள்ளமையை நிலவியல் படத்தில் (Geographical Atlas) காணலாம். நிலநடுவரையில், மார்ச் திங்கள் 21ஆம் நாளும், செப்டம்பர்த் திங்கள் 23ஆம் நாளும் சூரியன் இருக்கும். மேலும், நடுவரையின் மேலுள்ள அனைத்து இடங்களுக்கும் ஆண்டுதோறும் இரவும், பகலும் சமமாக இருக்கும்.

- பங்கஜம் கணேசன்

நிலநீருக்கு ஆக்கமளித்தல்

நாட்டின் வளர்ச்சிக்கு நீர், மலை ஆகியன மிகவும் இன்றியமையாதவை. தமிழ்நாட்டில் காவிரி, பெண்ணை, பவானி, பரம்பிக்குளம், ஆழியார், வைகை, தாமிரபரணி ஆகிய ஆறுகளின் நீரைத் தேக்கிப் பாசனம் செய்யப்படுகிறது. பல நடுத்தர, சிறிய பாசனத் திட்டங்களின் மூலமும் பாசனம் செய்யப்படுகிறது. தமிழ்நாட்டில் ஆற்று நீரின் 90% பாசனத்திற்குப் பயன்படுகிறது. ஆறுகளின் குறுக்கே அணைக்கட்டு அமைத்தும், வாய்க்கால் மூலமும், குளங்களின் மூலமும், கிணறுகளின் மூலமும் பாசனம் செய்யப்படுகிறது. பாசனப்பயிர் செய்யும் பரப்பைக் கூடுதலாக்க நிலநீரையும் பயன்படுத்த வேண்டியிருக்கிறது. தமிழ்நாட்டில் நான்கு ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை சராசரியாகப் பெய்ய வேண்டிய அளவைவிடக் குறைந்தே மழை பெய்கிறது. சில ஆண்டுகளில் மழை ஒரே அளவாக இருப்பினும், பருவம் தவறிப் பெய்கிறது. உரிய காலத்தில் மழை பெய்தால் மட்டுமே நீர் நிலைகளில் நீரைத் தேக்கிப் பாசனம் செய்ய வாய்ப்பாக இருக்கும். இது தவறினால் பாசனத்தின் மூலம் சாகுபடி செய்யப்படும் நிலங்களிலும், வான்பயிர் (rainfed cropping) நிலங்களிலும் உழவுத்தொழில் செம்மையாக நடைபெறாமல் விளைபொருள் உற்பத்தி குறைந்துவிடுகிறது. மழை குறைவினால் குடிநீர்த் தட்டுப்பாடும் மிகுந்து வருகிறது.

ஒரு பகுதியில் பெய்யும் மழை அங்குள்ள தாவரங்கள் மீது படிந்த பின்பு நிலத்தையடையும். அடர்ந்த காடு, பயிர்கள் முதலியவை ஓரளவு மழை நீரை ஏற்கும். இதற்கும் கூடுதலாகப் பெய்த மழையே நிலத்தையடைந்து மண்ணினுள் செல்கிறது. இவ்வாறு செல்வது மண் துகள்கள் இணைந்து கட்டியாகும் தன்மை, மண்ணின் ஆழம், பாறையின் கடினத்தன்மை, நிலத்தின் சரிவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது. மண் துகள்களின் இடைவெளியின் ஊடே மழை நீர் செங்குத்தாகவும், பக்கவாட்டத்திலும் நகரும். இதைக் கசிவு (seepage) என்பர். ஓரளவு மழை நீர் செங்குத்தாகச் சென்று நில நீராகிறது. கடினப் பாறையுள்ள நிலத்தில் பெய்த மழையில் 12% நில நீராகிறது. மென்மையான பாறையிலும், படிமண் உள்ள பகுதியிலும் நில நீராகும் மழையின் அளவு இதைவிடக் கூடுதலாகும்.

மேல் மண்ணில் துகள்களின் இடைவெளியில் நீர் நிறைந்ததும் மண் தெவிட்டிய நிலையடைகிறது. இதைத் தொடர்ந்து மழை பெய்வதால் மண்ணினுள் குறைவாக நீர் செல்லும் நிலப்பரப்பிலுள்ள தாழ் பகுதிகளில் நீர் தங்கும். இதன் பின்னரும் பெய்யும் நிலப்பரப்பில் சரிவைப் பொறுத்து நகரத் தொடங்கும். மேலும் மழை தொடர்ந்தால் நீர்ப்பெருகி ஓடு நீராகிறது. பெய்த மழையில் 60% ஆவியாகவும், 30% தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கும், எஞ்சியது ஓடு நீராகவும், நில நீராகவும் மாறும். மண்வளப் பாதுகாப்புப் பணிகளான வரப்பு, படி மட்டங்கள், சமதள வாய்க்கால், குட்டை முதலியவை மழை நீர் ஓடும் வேகத்தை மட்டுப்படுத்தி மண் அரிப்பைத் தடுக்க உதவுகின்றன. மழை நீரை அதன் போக்கில் ஓடு நீராகச் செல்லவிட்டதன் விளைவே தீவிர மண்ணரிப்பும், பெருகி வரும் நிலவளக் குறைவும், நீர் நிலைகளில் வண்டல் படிவும், நீர்த் தட்டுப்பாடும் ஆகும்.

கிணறுகளில் நீர் படிப்படியாகக் குறைந்துகொண்டே வருவதன் காரணம் மழைநீரை உரிய முறையில் பயன்படுத்தத் தவறியமையேயாகும். ஆற்றுநீரை முழுமையாகப் பயன்படுத்திப் பெருகி வரும் மக்களின் குடிநீருக்கும், வேளாண்மைக்கும், தொழிற்சாலைகளின்

தேவைக்கும் கூடுதலாகக் கிணறுகளை அமைக்கின்றனர். கிணறுகளில் நீரை இறைக்கும் அளவு மழை நீர் நிலத்தடி நீராகும் அளவைவிட மிஞ்சியமையாலேயே நீர்த் தட்டுப்பாடு நிகழ்ந்தது என்று பல ஆய்வுகள் புலப்படுத்துகின்றன. கிணறுகள் பெருகியுள்ள மாவட்டங்களில் பெரும் எண்ணிக்கையான கிணறுகள் அடுத்தடுத்து உள்ளன. ஒரு கிணற்றை ஆழப்படுத்தினால் அதன் அருகிலுள்ள மற்றொரு கிணற்று நீர் குறையும். இந்நிலைக்கு அடிப்படைக் காரணத்தை ஆராயாது கிணறுகளை ஆழப்படுத்திக் கொண்டே உள்ளமையால் நீர்த் தட்டுப்பாடு உயர்கிறது. வடார்க்காடு, கோயமுத்தூர், சேலம், மதுரை, ராமநாதபுரம், திருநெல்வேலி ஆகிய மாவட்டங்களிலுள்ள கிணறுகளின் நீர் ஊற்றுக் குறைவதன் காரணத்தை ஆராய்ந்தபோது செம்மையான மேலாண்மை முறைகளின் மூலம் நீரைச் சேமிக்கத் தவறியமையால் நீர்த் தட்டுப்பாடு தோன்றியதென அறியப்பட்டது.

மழை நீரை நிலத்தில் இறுத்தி மண்ணில் ஊறச் செய்யப் பல முறைகள் உள்ளன. தாழ்வான பள்ளத்தாக்குகளின் குறுக்கே அணையமைத்துக் குறிப்பிட்ட அளவு மழைநீரைத் தேக்குவதே ஊற்றுக்குட்டை முறையாகும். இதன் மூலம் நேரடியாகப் பாசனம் செய்வதில்லை. இங்கு மழை நீர் தேங்குவதால் நிலத்தில் நீர் ஊறி இக்குட்டையின் கீழ்ப்பகுதியிலுள்ள கிணறுகளின் ஊற்றுப் பெருகிச் சாகுபடி செய்வதற்கு உதவும். குட்டைகளின் கீழ்ப்பகுதியில் 1 கி.மீ. வரையுள்ள கிணறுகளில் நீர்ஊற்றுப் பெருகுகிறது. இதனால் கூடுதலான நிலத்தில் பாசனம் செய்ய இயலும்.

மழைநீரை வேகமாக ஓடவிடாமல் நிலத்தில் தங்கிச் செல்வதற்குத் தக்க ஏற்பாடு செய்யவேண்டும். இதற்கு முதற்படியாகப் பயிர்களைச் சாகுபடி செய்தல் வேண்டும். இவ்வாறு செய்தால் மழை நிலத்தின்மீது விழும் வேகம் ஓரளவு தடுக்கப்பட்டுப் பின்னர் நிலத்தையடையும். இவ்வாறு நிலத்தையடைந்த நீர் வேகமாகச் செல்வதை மண்வளப் பாதுகாப்புப் பணிகள் மூலம் ஆங்காங்கே தடுத்துக் கூடுதலான மழை நீரை நிலத்தில் ஊறச் செய்யலாம். சமதள வாய்க்கால்-வரப்புகள் அமைத்து நிலத்தின் அடியில் நீரை ஊறச் செய்யலாம். இவ்வாறு ஊறிய நீர் இங்கு வளரும் செடி, பயிர், மரம் முதலியவற்றுக்குத் தேவையான நீரை அளிக்கும். மேலும், நிலத்தினடியில் நீர் ஊடுருவிச் செல்வதற்கும் வாய்ப்பாக அமையும். தேவைக்கு மிஞ்சிய நீர் வேகம் குறைந்த நிலையில் பள்ளத்தாக்குப் பகுதியில் மண்ணரிப்பு ஏற்படாமல் செலுத்தப்படும். நிலத்தின் சரிவு ஓரளவு குறைந்து ஆழமான மண் உள்ள நிலங்களின் படி மட்டங்கள் அமைத்து ஒரு பருவப் பயிர்களைச் சாகுபடி செய்யலாம். இதைவிடக் குறைந்த சரிவுள்ள நிலங்களில் சமதள வரப்புகள் அமைக்கலாம். பாசனச் சாகுபடி செய்யும் நிலங்களில் பயிர்களுக்கு நீரைப் பாய்ச்சும்போது அவற்றின் தேவைக்கு மேலான நீர் நிலத்தடியில் செல்கிறது. பல நீர்த்தேக்கங்களில் உள்ள நீர் நிலத்தடி நீருக்கு ஓரளவு ஆக்கம் தருகிறது. தமிழ்நாட்டில் வேளாண்மை செய்யும் நிலப்பகுதியில் பாதிக்கு மேல் பாசனச் சாகுபடி செய்யப்படுவதாலும் நில நீருக்கு ஆக்கம் ஏற்படுகிறது.

சில பகுதிகளில் மழை நீர் ஓடைகளில் பெருக்கெடுத்துச் செல்லும். இவ்வோடைகளின் குறுக்கே தடுப்பு அமைப்புகள் அமைத்து ஓடுநீரின் வேகத்தை மட்டுப்படுத்தி நிலத்தில் நீர் ஊறுவதற்கு உதவலாம். ஓடைகளில் குறுக்கே அணைகள் அமைப்பதால் நீருடன் கலந்துள்ள வண்டல் மண் படிந்து ஓடையின் ஆழமும், அகலமும் நாளடைவில் குறையும். வண்டல் படிந்துள்ள பகுதியில் பயன்தரும் மரங்களை வளர்க்கலாம். குறுக்கணைகள் இராவிடில் ஓடைகள் மழை நீரின் வேகத்தால் தொடர்ந்து ஆழமாகி, அகலமாகி, மண்ணரிப்பு மிகுந்து விளைநிலங்களில் வளமற்ற மண்ணைக் கொண்டு குவித்துச் சேதம் ஏற்படுத்தும். மேலும் ஓடையின் ஆழம் கூடுதலாக, ஆக இப்பகுதியிலுள்ள நில நீரின் மட்டம் குறைந்து கிணறுகளில் நீர் வற்றிவிடும்.

சில சமயங்களில் ஓடைகள் ஆழமின்றி, அகன்று பரவி இருக்கும். மழை நீர் ஓடையில் இருமருங்கிலுமுள்ள நிலங்களில் பரவிப் பயிர்களைப் பாழாக்கும். இதைத் தவிர்க்க இவ்வோடைகளின் குறுக்கே நெடிய வரப்பு அமைத்து ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு அதிகப்படியாக நீரை வடிக்க அரண் அமைக்கப்படுகிறது. இதனால் மழை நீர் ஒரு சிறிய குட்டையில் தங்கிப் படிப்படியாகப் பள்ளத்தாக்கு வழியாக நகர்ந்து செல்லும். இவ்வாறு நீர் செல்வதால் மண்ணரிப்புத் தடுக்கப்படுகிறது. இக்குட்டைகளில் வண்டல்மண் படிந்து தெளிந்த மண்நீர், கீழ்ப் பகுதிக்குச் செல்கிறது. மராட்டிய மாநிலத்தில் இது போன்ற சிறு குட்டைகளைப் பெருமளவில் அமைத்து நில நீர் பெருகுவதற்கு வாய்ப்பு ஏற்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. இதற்கு ஓடைவரப்பு என்று பெயர்.

சில சிறிய காட்டாறுகள் மழைக் காலங்களில் நீர்ப்பெருக்கெடுத்து ஓடும். நீர்த் தேக்கம் அமைப்பதற்கு

வேண்டிய வசதி இராவிடிலோ நீர்த் தேக்கம் அமைப்பதற்குத் தகுந்த இடம் இராவிடிலோ இந்நீரைப் பயன்படுத்த இயலாது போகலாம். மழைக்காலங்களில் காட்டாறுகளில் நீர்ப் பெருக்கெடுத்து ஓடி வீடுகளுக்கும், கால்நடைகளுக்கும், பயிர்களுக்கும் வெள்ளச் சேதம் ஏற்படும். இக்காட்டாறுகளில் ஓடும் நீரை, ஆறுகளின் இருமருங்கிலும் பரவச் செய்து வெள்ளப்பெருக்கினால் சேதத்தைத் தடுப்பதோடு நிலத்தில் இந்நீர் ஊறுவதற்கும் வழி செய்யலாம். இதற்கு நீர்ப் பரப்புதல் என்று பெயர். இந்நீரைச் செலுத்தும் கால்வாய்களை ஒரே வரிசையாகவும், இடைமறித்துக் கோவையாகவும் அமைக்கலாம். இக்கால்வாய்களிடையே மரங்களையும் நடலாம்.

மழை நீர் நிலைகளில் ஊறுவதற்கு வாய்ப்பாகச் சில இடங்களில் மண்ணின் தன்மைகள் இருப்பதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, உவர் தன்மையுள்ள நிலங்களிலும், மழை நீர் நிலத்தினடியில் செல்வதற்கு வாய்ப்பு மிகவும் குறைவு. இங்குள்ள நீர் வெப்பத்தினால் ஆவி ஆகுமேயன்றி நில்த்தில் ஊறுவதில்லை. இந்நிலங்களின் மீது வெண்மையான உப்புப் படிவுகள் காணப்படும். இங்குள்ள மேல் மண் காய்ந்திருப்பது போல் தோன்றினாலும், நீர் மண்ணுடன் கலந்து கூழ்போல் இருக்கும். இவ்வாறு நீர் செல்ல முடியாத மண்ணின் கீழ் நீரைச் செலுத்தி நில நீருக்கு ஆக்கம் தரத் துளைகள் அமைக்கலாம். இத்துளைகள் பல ஆண்டுகள் பயன் தரும். இதற்குத் துளைமுறை ஊக்குவித்தல் என்று பெயர். சில ஆறுகளில் கரையில் நீர்கோத்து, நீர் நிலத்தடியில் இறங்காத நிலை காணப்படுகிறது. இங்கும் துளைகள் அமைத்து நிலத்தின் ஆழப்பகுதிக்கு நீர் ஊறுவதற்கு வசதி செய்யலாம்.

மழை நீர் நிலத்தையடைந்ததும் மண்ணிலுட் செல்லுவதால் மண் ஒரு சிறந்த நீர்த் தேக்கமாகும். பல உத்திகளைக் கையாளுவதன் மூலம் மழை நீரின் பெரும் பகுதியை மண்ணில் தேக்கி வைத்துக் கொள்ளலாம். மண்ணுடன் நீரும் இயங்கும்போது நீரின் வேகத்தினால் மண் இடம் பெயரும். மண் இடம்பெயராது மழை நீரைச் சிறப்பாகப் பயன்படுத்துவதில் அக்கறை கொண்டால், பயிர்களின் உற்பத்திக்கு வேண்டிய நீரைப் பெறுவதுடன் நில நீர் ஆக்கமுறுவதற்கும் வழி வகுக்கலாம்.

- கே. ஆர். திருவேங்கடசாமி

நில நோக்கமைப்பு

பண்ணை இல்லறம், உறையுள், அலுவலகம் ஆகிய கட்டடங்களைத் தனிப்பட்ட முறையில் கட்டுவது போன்றே நில ஒருங்கமைப்புக்கும் தனியாக ஓர் அமைப்புத் தேவை. நில நோக்கமைப்பாளர் இதைக் கட்டடத்தின் ஒரு பகுதியாகவே கருத வேண்டும்.. நில நோக்கமைப்பில் (landscape architecture) சுற்றுச் சூழலை உருவாக்குவதுடன் பயனும் அழகும் பாங்குடன் இணைந்திருக்க வேண்டும். கட்டடத்தின் ஒவ்வோர் அறையும் நிலநோக்கமைப்பின் பிரிக்கவொண்ணாத பகுதியாக அமைதல் வேண்டும். சில கட்டடங்களில் நட்ட மரங்களும், சிறு செடிகளும், உறுதியான வேலிகளும் பார்வைக்கு அழகற்றுத் தோன்றும். சில சமயங்களில் இவை கண்கவரும் தோற்றத்துடன் காணப்படும்.

நில நோக்கமைத்திடுமுன் அச்சொத்தின் வரைபடமும், கட்டடத்தின் படமும் இன்றியமையாதவை. இவற்றின் மூலம் சொத்தின் சரியான எல்லைகளையும் தற்போதுள்ள கட்டுமானங்களில் உள்ள பயன்படும் பகுதிகளையும் அறிய இயலும். குறிப்பிட்ட அளவு கொண்ட படத்தில் சொத்தின் அளவுகளைக் குறிப்பிட வேண்டும். நடைபாதை, கட்டடத்தின் நுழைவாயில், பக்கப்பாதை முதலியவற்றை உற்று நோக்க வேண்டும். தொலைபேசிக் கம்பம், மின்கம்பம், நிலத்தினடியில் பதித்த வளிமக் குழாய், குடிநீர், கழிவுநீர்க் குழாய், தொலைபேசி வடங்கள் ஆகியவற்றைத் துறை அலுவலர்களின் ஒத்துழைப்புடன் அறிய வேண்டும். ஊர்திக்கான பாதை, நிறுத்துமிடம் ஆகியவற்றுக்குத் தனிச்சிறப்பு அளிக்க வேண்டும். முன்னரே போக்குவரத்துப் பகுதிகள் இருப்பின் அவற்றைத் தொடர்வது நலம். ஆனால், இவை நில நோக்கமைப்புடன் இணைந்த பகுதிகளாக இருக்க வேண்டும். குடியிருக்கும் இல்லம் அல்லது மற்றக் கட்டடத்திற்கு இணையாக நடைபாதைகள் இருத்தல் மிகவும் சிறப்பாகும்.

இல்லத்தின் முன் வாசலிலிருந்து எதிரிலுள்ள வீதியைச் சந்திக்கும் பாதை, முன் புறத்தினை (frontage) இரு கூறாகப் பிரித்திடும். பக்கப் பாதைகளை மிகவும் பயனுள்ள வகையில் போக்குவரத்திற்கு உதவிடுமாறு அமைக்க வேண்டும். குடியிருப்புப் பகுதிகளில் இப்பாதையின் அகலம் குறைந்தது 1.2 மீ. இருந்தால் இருவர் நடக்க வசதியாக இருக்கும். வணிக நிலையங்களில் இப்பாதையின் அகலம் 2.6 மீட்டருக்கும்

கூடுதலாக இருக்கலாம். இல்லம் அல்லது கட்டடத்திற்கும் நடைபாதைக்கும் இடையில் 1.2 மீ. இடைவெளி விட்டு நடவுப் பகுதி (planting space) அமைத்தால் அங்கு நடப்பட்ட செடி அல்லது குறுமரம் செழித்து வளர இயலும். இச்செடியினைப் பராமரிக்கும் பணியும் குறையும்.

சொகுசு ஊர்திகள் செலுத்தும் வழியும், நிறுத்துமிடங்களும் அமைத்திடக் கவனத்துடன் செயல்பட வேண்டும். பெரிய சொகுசு ஊர்திகளை வசதியாகத் திருப்புவதற்கு ஏற்ப அகலமான பரப்பு வேண்டும். ஒரு சொகுசு ஊர்திக்குக் குறைந்தது 2.4 மீ. அகலமுள்ள பாதை வேண்டும். முன்னேற்றமடைந்த தற்கால இல்லங்களில் சொகுசு ஊர்திப் பாதையின் அகலம் 3.3மீ இருக்கும். இது நடைபாதையாகவும் பயன்படும். சொகுசு ஊர்தியின் கதவுகளைத் திறந்தாலும் பக்கங்களில் இடிபடாதவாறு நிறுத்துமிடம் அகலமாக இருக்க வேண்டும். ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சொகுசு ஊர்திகள் இருப்பினும் ஒவ்வோர் ஊர்திக்கும் 6.5மீ. நீளமும் 3.8மீ. அகலமுமுள்ள நிறுத்துமிடம் அமைக்க வேண்டும்.

நில நோக்கு வடிவமைப்பு. நில நோக்கமைப்பில், குறுமரங்கள், மரங்கள், மலர்கள், நிலத்தின் மீது படரும் தாவரங்கள் ஆகியன கட்டடங்களை அழகு செய்கின்றன. அடர்த்தியாகத் தாவரங்களை நடுவதைவிட எளிய வடிவமைப்பு சிறப்பாக இருக்கும். ஒவ்வொரு வடிவமைப்பும் ஒவ்வொரு வகையில் சிறப்புடையதாய் இருத்தல் நலம். சிலை, கோளம் (globe), ஆழ்ந்த வண்ண இலையுடைய தாவரம் முதலியவற்றைத் தவிர்க்க வேண்டும். வடிவமைப்பு ஒற்றுமை (unity), விகிதம் (proportion), வலியுறுத்தல் (emphasis), சமச்சீர் நிலை (balance), பலவகை (variety) போன்றவற்றைக் கொண்டிருக்க வேண்டும். நடப்பட்ட தாவரங்கள் யாவையும் இணைந்து ஒரே சீரான எண்ணத்தினை உண்டாக்குவது ஒற்றுமை; நில நோக்கமைப்பின் ஒரு பகுதியை குறிப்பாக உணர்த்துவது வலியுறுத்தலாகும். பல தாவரங்களின் பரிமாணங்களின் பரவலைச் சீராக்குவது சமச்சீர் நிலை; விரும்புவதற்குரிய உருவங்களின் உறவுகளினால் மனத்திற்கு இனிமையான இளைப்பாறும் உணர்வினை அளிப்பது விகிதம்; பலவகைத் தாவரங்களின் தொகுதி ஒருமை உணர்வினைப் போக்கி மாறுபடும் பருவத்திலும் தொடர்ந்து எழில்மிகு தோற்றத்தை வழங்குவது குறிப்பிடத்தக்கது.

நிலத்தில் அமைந்துள்ள இல்லம் அல்லது கட்டடம் மிக இன்றியமையாதது. சிறந்த நில நோக்கமைப்பு என்பது வலிய நிலைகளை (strong points) ஓங்கச்செய்து, வலிவற்ற நிலைகளின் மீது (weak points) சிந்தனை செல்லாதவாறு செய்வதாகும். இல்லம் இயற்கையான சூழலில் தோன்றுமாறு செய்திட வேண்டும். நில நோக்கமைப்பில், இல்லம், இல்லப் புல்தரை, மரங்கள், குறுமரங்கள், சொத்தின் எல்லை வரை வளரும் மலர்கள் ஆகியவை பங்கு கொள்கின்றன. அச்சொத்தைச் சுற்றியுள்ள வயல், குன்றுப்பகுதி, நகர விளக்கு ஆகியவையும் நிலநோக்கைச் சார்ந்தவையாகும்.

ஒரே இல்லத்தின் இருமருங்கும் ஒரே வகையான மரங்களை நடுவதால் சீர்மை (symmetry) உண்டாகும். ஏற்றத்தாழ்வான வடிவமைப்பினால் சீர்மையிலாத (asymmetrical) தோற்றம் உண்டாகும். இல்லத்தின் ஒரு மூலையினைச் சீராக்கி, நடுத்தர உருவமுடைய குறுமரத்தினையும், மறு மூலையில் அழகிய சிறிய செடியினையும் நடுதல் தனிப்பட்ட வகையில் அழகூட்டும்.

பல உயரமுள்ள குறுமரங்கள், மலர்கள், கனிகள், வண்ண இலைகள் உடைய தாவரங்களைத் தேர்ந்தெடுத்துப் போதுமான அளவு மரங்களையும் குறுமரங்களையும் உரிய அளவில் கலந்து நடுவதால் ஆண்டு முழுவதும் வண்ண மலர்களும், அழகிய தோற்றம் தரும் கனிகளும் பெறலாம். குளிர்காலத்தின் நல்ல கனி தரும் மரங்களை நடுவதால், இனிமையாகப் பாடும் பறவைகளைக் காணலாம். பல தரப்பட்ட தாவரங்களை ஒருங்கிணைந்தவாறு நடுவது நில நோக்கமைப்பை மிகவும் சிறப்புடையதாக்கும்.

இல்ல ஆளுமை. ஓர் இல்லத்தின் நில நோக்கமைப்பு அதில் வாழும் மக்களின் ஆளுமையை (personality) எடுத்துக்காட்டுவதாக இருக்க வேண்டும். எனவே அவ்வில்லத்து மக்களின் தேவைக்கேற்றவாறு நில நோக்கை அமைக்க வேண்டும். சிறு குழந்தைகள் கொண்ட குடும்பத்திற்குக் குழந்தைகள் விளையாடுவதற்கு வசதியிருக்க வேண்டும். சிலருக்கு விளையாடுவதற்குப் பரந்த திடல் தேவையாக இருக்கும். சிலர் பராமரிக்கும் பணி குறைவான மிகவும் எளிய நில நோக்கமைப்பை விரும்புவர். இல்லப்பகுதி நோக்கமைப்பில் முன்முற்றம் (front yard) கேளிக்கைப்பகுதி (recreation area), கொல்லைப்புறம் (back yard), பயன்படு பகுதி (utility area) ஆகியவையடங்கும். முன் பகுதி, மக்களின் கவனத்தைப் பெருமளவு ஈர்ப்பது. இங்கு மற்றவர் கண்டு களிக்கும்படி

எளிய தடையிலாத தோற்றமளிக்கும் வகையில் தாவரங்கள் நடப்படுகின்றன. இதன் முன்பகுதியிலுள்ள புல்தரை, வீட்டின் முன் பகுதி நுழைவாசல், வீதியின் அண்டைப்பகுதி முதலியவை சிறப்பாக அமைதல் வேண்டும். இல்லத்திலுள்ளவர்கள் விளையாடி மகிழும் பகுதியும் இடம்பெறுதல் வேண்டும். இங்கு வெற்றுத் தரை, திடல், நீச்சல் குளம், வெளியில் சிறுவர்களின் விளையாட்டுப் பொருள்களை வைக்குமிடம் அல்லது மலர்த்தோட்டம் இருக்கும். இப்பகுதியை மறைவாக இருக்குமாறு செய்திடத் தாவரங்கள் நடலாம். நில நோக்கின் பெருமளவு கேளிக்கைப் பகுதியாக வேண்டும். பயன்படும் பகுதி கருத்தினைக் கவராவிடினும் மிகவும் இன்றியமையாதது. குப்பைக் கூளங்களைக் கொட்டும் பகுதி, காய்கறித் தோட்டம், துணி உலர்த்துமிடம், விறகு அடுக்குமிடம் முதலியவை பார்வையில் படாத ஒதுக்குப்புறமாக இருக்க வேண்டும். கட்டடக் கலையின் திறனை எடுத்துக்காட்டுவதன் முகமாக மரங்கள், குறுமரங்கள், நிலத்தில் படரும் தாவரங்கள் முதலியவை நடப்படுகின்றன. நுழைவாசல் அல்லது ஓரப்பகுதியில் கவனத்தை ஈர்க்கும் மரங்கள் நடலாம்.

ஏனைய பகுதிகளைவிட, ஒரு கட்டடத்தின் கடைக்கால் **(foundation)** பகுதியை ஒட்டி நடும் குறுமரங்களை மிகவும் கூர்மையாகத் தேர்வு செய்ய வேண்டும். திட்டமிடாது நட்ட செடி அடர்ந்து வளர்ந்து வீட்டின் கட்டுமானப் பகுதியினின்று வேறுபட்டுவிடும். மேலும் இதைப் பராமரிப்பதிலும் கடினம் ஏற்படும். கட்டடத்தின் முனையிலிருந்து 1 மீட்டருக்குள் சாளரம் இராவிடில் கட்டடத்தின் கோடுகளை மென்மைப் படுத்துவது இன்றியமையாதது. தற்கால இல்லங்களில் கடைக்கால் வெளியில் தெரிவதில்லை. செங்குத்தாக உயர்ந்த சுவருக்கு அருகில் படுகிடையாக வளரும் செடிகள் பார்வையை மாற்றிடும். கடைக்கால், நில மட்டத்திற்கு மேல் 15செ.மீ. உயரம் வரை வெளிப்படுமாயின் இதை மறைத்திடச் சற்று உயரமான தாவரங்களை நடலாம். அடிக்கடி கவாத்துச் **(pruning)** செய்திட வேண்டிய செடிகளைத் தவிர்த்தல் நலம்.

உதிராத, அகலமிலாத இலையுடைய குறுமரங்களை நடுதல் கட்டடத்தின் கடைக்காலுக்குச் சிறப்பான தோற்றத்தினை அளிக்கும். குளிர் காலத்தில் பிற மரங்களும் செடிகளும் இலை உதிர்க்கும்போது, இக்குறுமரத்தின் இலைகள் கண்ணைக் கவரும். கட்டடத்திலுள்ள செங்கல் அல்லது மரத்தின் பரப்பின் அருகில் நட்ட இலை உதிராத குறுமரம் மிகவும் அழகாக இருக்கும். ஆனால் பச்சை வண்ணம் பூசிய சுவரின் அருகில் குறுமரம் நடுதல் பொருத்தமாகாது. ஜூனிபெர் அல்லது ஜூமரங்கள் இதற்கேற்றவை. இவை பலவகையான தட்பவெப்ப நிலைகளிலும் நன்கு வளர்கின்றன. ஜூனிபெர் ஃபிட்செர் வகை பெரிதாக வளருந் தன்மையுடையதாயினும், இதைக் காலத்தில் கவாத்துச் செய்து கட்டுப்பாடாக வளர்க்கலாம். குறுகி வளரும் ஜூனிபெர் வகையை நடுவதால் பராமரிப்புக் குறையும். தரையுடன் ஒட்டிப்படரும் அல்லது ஊரும் வகையான இலை உதிராத ஜூனிபெர் செடிகளைக் கடைக்கால் பகுதியில் நடலாம். இங்கு ஜூசெடி நடும்போது வறண்ட காற்று மற்றும் குளிர்காலத்தில் வீசும் வறட்சிக் காற்றிலிருந்து பாதுகாக்க வேண்டும்.

கடைக்கால் அருகில் நடும் செடிகளைக் கட்டடத்திலிருந்து போதிய இடைவெளி விட்டு நடுதல் செடியின் முழுவளர்ச்சிக்கு உதவும். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு செடியின் முழுவதும் வளர்ந்த விட்டம் 2 மீட்டராக இருப்பின் செடியைக் கடைக்காலிலிருந்து 1மீ. தொலைவில் நட வேண்டும். செடியின் இலைகளுக்கும், சுவருக்கும் இடையே குறைந்தது 50 செ.மீ. இடைவெளி தேவை. இதனால், சுவரிலிருந்து வெப்பம் எதிரொளிப்பதால் ஏற்படும் விளைவு செடியைத் தாக்காது.

குறு மரங்களை, அவை முழுவதும் வளர்ந்து செழித்திடும் பொருட்டுத் தக்க இடைவெளியில் நடுதலே சிறப்பாகும். குறிப்பாக நில நோக்கமைப்புப் பணியில் தகுந்த இடைவெளியில் நடுதல் மிக இன்றியமையாதது. ஒவ்வொரு குறுமரமும் அதன் முழு வளர்ச்சியில் அழகாகக் காட்சியளித்திடும். சில சூழ்நிலைகளில் இல்லத்தின் கடைக்காலினை ஒட்டியவாறு, வாழும் செடிச்சுவர் **(living wall)** எழுப்புவதற்குக் குறுமரங்களை நெருக்கமாக நடுவதுண்டு. முதிர்ந்த நிலையில் இவற்றின் கிளைகள் பிணைந்து, அடர்த்தியாகி மனிதர் நுழைய இயலாத நிலையடையும்.

கிளைத்துக் குலுங்கும் குறுமரங்களை இல்லத்தின் கடைக்காலுக்குச் சற்றுத் தொலைவில் நடுவதால் மரங்களின் இலைகள் சுவற்றில் உரசா. மேலும் குறுமரத்திற்கும், சுவருக்குமிடையே தகுந்த இடைவெளி உள்ளபோது குறுமரம் நோயால் தாக்கப்படும் வாய்ப்புக் குறைவு. வெயில் மிகுந்த இடங்களில் சுவரிலிருந்து வெப்பம் தாக்காது மரத்தைக் காக்க இடைவெளி தேவை. கூரைக்கு அடியில் மழைநீர் விழாத பகுதியில் செடியை நடுவதைவிடக் கூரையிலிருந்து நீர் சொட்டும் பகுதிக்கு வெளிப்புறம் நடுவதே சிறந்தது. இதனால் பனி மிகுந்த

பகுதியில் கூரையிலிருந்து பனி விழுந்து மரம் சேதமுறாது தடுக்கலாம்.

சில வகைக் குறுமரங்களைக் கூட்டமாகக் கடைக்கால் மருங்கில் நடும்போது நேர்கோடாக இன்றி அகன்ற வளைவுகளில் அமைப்பது மிகவும் அழகாக இருக்கும். மாறு வரிசைகளில் **(staggered row)** கன்றுகளை நடலாம். கடைக்காலிலிருந்து முதல் வரிசையின் முதல் கன்று 1 மீ. தொலைவில் இருக்கலாம். இதற்கு அடுத்த வரிசை - முதல் வரிசையிலிருந்து 60 செ.மீ. தொலைவில் கன்றுகளை மாறி மாறி நட வேண்டும்.

வெளிப்புறப் புழங்கும் பகுதி அமைத்திடக் குறுமரங்களை வேலியாக நடலாம். இக்கன்றுகளைக் குறிப்பிட்ட இடைவெளியில் அடர்த்தியாகச் சுவர் போலவே நடலாம். குறுமரங்களுடன், மரங்களையும் கலந்து நட்டுப் போதிய காற்றும் ஒளியும் இருக்கச் செய்யலாம். பொதுவாக இதை அவ்வப்போது ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்தில் நறுக்கி அழகிய தோற்றத்தை நீடித்திருக்கச் செய்யலாம். இல்லத்தின் பல பகுதிகளைப் பிரிக்கவும் மறைக்கவும் இது பயன்படுகிறது. இதன் மூலம் மலர்களினால் அழகு மிளிர்வதும், கனிகள் பெறுவதும் குறைவே. அனைத்துத் திசைகளிலும் ஒரேவகைச் செடியை நட்டுக் குறுமர வேலி உண்டாக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாகச் சரக்கொன்றைச் செடி ஆண்டின் ஒரு பருவத்தில் பூத்துக் குலுங்கும். மற்றப் பருவத்தில் இலைகளே மிகுந்திருக்கும். எனவே பல வகைக் குறுமரங்களை மாறி மாறி நடுவதால் ஒவ்வொரு பருவத்திற்கும் ஒரு வகையான மலரும் கனியும் கிடைக்கும்.

அண்டை இல்லத்தின் கொல்லைப்புறம், தொலைபேசிக் கம்பம், மிகவும் சந்தடியுள்ள வீதி ஆகியவற்றிலிருந்து இல்லத்தை மறைத்திடக் குறுமர நடவு பயன்படும். எனவே, இல்லத்தின் சுற்றுப்புற நிலைகளை ஆழ்ந்து கவனித்துக் குறுமரம் நடவேண்டும். உயரமான குறு மரக்கன்றுகளை வேலியின் பின்புறமும், தாழ்ந்து வளரும் தன்மையுள்ள கன்றுகளை மறுவரிசையிலும் மாறி மாறி நட்டு எழில்மிகு தோற்றம் உண்டாக்கலாம். வேலியின் வெளிப்பகுதி நல்ல தோற்றமுடையதாயின் அப்பகுதியில் குறுகிய கன்றுகளையும், பார்வையிலிருந்து மறைத்திட வேண்டிய பகுதியில் உயர்ந்து வளரும் கன்றுகளையும் நடலாம். உயரமாக வளரும் கன்றுகள் நடும் அகலம் • கூடியும், குறுகலாக வளரும் கன்றுகளின் அகலம் குறைந்தும், அகன்று பரந்த வளைவான வடிவில் அமைதல் வேண்டும். குறுமர நடவு வளர்ந்து பயன் அளித்திட ஏறத்தாழ 5 ஆண்டுகள் ஆகும். சிறிய தனிப்பகுதி வேண்டுமாயின் வேலியமைத்திடலாம். இது உடனடியாகப் பயன் தரும். வேலியமைத்திட அகன்ற நிலப்பகுதி தேவையில்லை. பொதுவாக மரவேலி 25 செ.மீ. அகலமுடையது. இது வளர்ந்து படருவதில்லை. ஆனால் குறுமர நடவு வளர்ந்து பரவி அண்டை அயலார் இடத்தினுள் நுழையும். உயர்ந்து வளரும் குறுமரக் கன்றுகளை எல்லையினுள்ளேயே பரவுமாறு நடுதல் வேண்டும். இதற்கு 5 செ.மீ. அகலம் நிலம் தேவை. இல்லத்தின் பரப்பு மிகுதியாயிருப்பின் தேவையான அகலம் நடுவது அழகாக இருக்கும். ஆனால் பரப்புக் குறைவாயிருப்பின் இந்த அளவு பரப்பை ஒதுக்கிட இயலாது. அழகினைக் கருதும்போது குறுமரம் நடுவதே சிறந்தது. பரப்புக் குறைந்த நிலையில் வேலியே பொருத்தமானது.

வெளிப்புறப் புழங்கும் பகுதியை வேலியின் பால் அமைப்பதால் இல்லத்தினுள் இருந்தவாறே கவனிக்க இயலும். எழில்மிகு செடிகளைக் கூட்டமாக நட்டுத் தடாகம் அமைக்கலாம். இல்லத்தின் இப்பகுதி கருத்தைக் கவரும் வண்ணம் அமைய வேண்டும். ஆனால் கண்களை உறுத்துவதாக அமையலாகாது. கடைக்கால் பகுதி இல்லத்தின் சுற்றுப்புறம், அலுவலகக் கட்டடம் ஆகியவற்றிலுள்ள குறுமரங்கள், செடிகள் ஆகியன ஒரு பருவத்தில் அழகிய மலர்களுடனும் மற்றக் காலத்தில் எழில் வாய்ந்த இலைகளுடனும் அமைய வேண்டும். பல செடிகள் பல பருவங்களில் பூக்கின்றன. பருவத்திலும் எழில் குலுங்கும் வகையில் பல இனச் செடிகளைக் கலந்து நடுதல் சிறப்பாகும்.

நிழல் தரும் மரங்கள். இலை உதிர்க்கும் மரங்கள் நிழலுக்கு மிகவும் ஏற்றவை. கோடைக்காலத்தில் இவற்றின் பரந்த இலைக் கவசம் சூரிய ஒளியை மறைத்து இல்லத்தைக் குளிர்ச்சியாக்கும். குளிர்காலத்தில் இலைகள் உதிர்ந்துவிடுவதால் சூரிய ஒளி ஊடுருவி இல்லத்தையும் நிலத்தையும் சூடாக்கும். அடர்த்தி குறைவென்பதால் இலை உதிர்க்காத மரங்கள் நிழலுக்கு ஏற்றவையல்ல. குளிர் காலத்தில் இலைகளை உதிர்த்து இல்லத்தினுள் சூரிய ஒளி புகச் செய்வதில்லை. மரத்தின் உருவத்தைக் கொண்டு அது நிழல் தரும் அளவை அறியலாம். வேண்டிய அளவு நிழல் பெறப் பரந்து விரிந்து, வட்ட வடிவமாக வளரும் மரங்களை நடலாம். நீண்ட வட்ட வடிவமான மரங்களைக் கூட்டமாக நட்டுப் பரந்த நிழல் பெறலாம். கூம்பு வடிவமான மரங்கள் போதிய நிழல் தரா. ஏனெனில் இவற்றின் அடிப்பகுதி

அகன்று நுனிப்பகுதி சிறுத்துள்ளது. இதை நிலப்பகுதியை ஒட்டி வளரவிட்டால் அழகாக இருக்கும். மேலிருந்து கீழாக வளையும் கிளையுள்ள மரங்களும் போதிய நிழல் தரா.

சில நிழல் தரும் மரங்களின் வேர் மண்ணில் ஆழமாகச் செல்லாது மேற்பரப்பில் பரவிப் புல் வகைகளுடன் வளரும். சில மரங்களின் அடியில் அனைத்துச் செடிகளும் செழித்து வளருவதில்லை. ஆகவே நிழலைத் தாங்கும் செடிகளையே நடவேண்டும். வேகமாக வளரும் நிழல் தரும் மரங்களையே பலரும் விரும்புகின்றனர். பொதுவாக விரைந்து வளரும் மரங்கள் உறுதியின்மையினால் காற்றிலும் மிகுந்த பனியிலும் முறிந்துவிடும். மேலும் இம்மரங்கள் நோயாலும் பூச்சியாலும் தாக்கப்படுகின்றன. எனவே மெதுவாக வளர்ந்து முதிரும் நிழல்தரும் மரங்களே நில நோக்கமைப்புக்கு ஏற்றவை.

நில நோக்கமைப்பில் பல அழகிய சிறு மரங்கள் பயன்படுகின்றன. இவற்றின் இலைகளும், மலர்களும் கவர்ச்சியானவை. இவை கனிகளையும் தருகின்றன. சில மரங்கள் இல்லத்தின் முக்கிய பகுதிகளில் தோட்டத்தின் ஓரத்தின் நிழல் தருவன. இவை ஓரளவு உயர்ந்து வளர்ந்து பரவுவதால் விரும்பத்தகாத காட்சிகளைப் பார்வையிலிருந்து மறைத்திட உதவும். சிறு மரங்களை அங்குள்ள மரத்தைச் சுற்றி வளைந்த கோட்டில் கூட்டமாக நடுவதால் மரங்களிலிருந்து விழும் இலை, சருகு ஆகியவை வெளியே பரவாது தடுக்கும். சிறு மரங்கள் இல்லத்தின் மூலைகளை மேன்மைப்படுத்தும். குறிப்பாக உயரமான மாடிக் கட்டடத்தில் தாழ்வாக வளரும் குறுமரங்களை அகன்ற வளைவாக நடுதல் கட்டடத்தின் மூலைகளை அழகுபடுத்தும். இல்லத்தின் முன் பக்க மூலைகளில் ஒரே வகையான மரங்களை நடுவதைவிட, ஒரு மூலையில் சிறு மரமும், அதன் எதிர் மூலையில் குறுமரமும் நடுதல் வேண்டும். கண்ணைக் கவரும் இலைகளோ மலர்களோ இராத சிறு மரத்தை மூலைகளை எழிலூட்டுவதற்கு நட வேண்டும்.

குறு மரங்கள் நட்டப் பகுதிக்கு உருக்கொடுத்திட அல்லது பல அடுக்கு மாடிக் கட்டடம், ஏற்றத் தாழ்வான கட்டடத்தின் நுழைவாயிலில் சிறிய அழகூட்டும் மரங்களை நடலாம். பளபளப்பான இலை அல்லது பட்டையுள்ள மரத்தைச் சுற்றி மெல்லிய இலைகளைக் கொண்ட மரத்தையும் கலந்து நடுதல் காண்போர் கருத்தை ஈர்க்கும். கோடையில் ஆழ்ந்த சிவப்பு அல்லது சிவப்பு கலந்த ஊதா நிறமுள்ள குறுமரங்கள் எழிலூட்டும். இம்மரங்கள் பொதுவாக மிகவும் உயரமாக வளர்ந்து கட்டடத்தைத் தாழச் செய்யா. பல அடிமரங்கள் கொண்ட இம்மரங்களை நுழைவாயிலில் நடுவது மிகவும் சிறப்பாகும். நுழைவாயிலில் சிறு மரங்கள் சாரளத்தை மறைக்கும் சூழ்நிலையில் குறுமரங்களையும் நடுதல் நலம். இதற்குத் தேர்ந்தெடுத்த மரத்தை நுழைவாயிலில் மாறிமாறி 3-5மீ. இடைவெளியில் நடலாம். இவ்வாறு இடைவெளி விடுதல் ஒளியையும் பார்வையையும் தடுக்காது. இவ்விடைவெளியில் நிலத்துடன் ஒட்டி வளரும் செடிகளை நடலாம்.

நில நோக்கமைப்புத் திட்ட வரைபடத்தில் நடவேண்டிய மரம், இடைவெளி, அதன் உயரம், உருவம் ஆகியவற்றைக் குறிப்பிட வேண்டும். நிலத்தின் அடியில் பதிந்துள்ள பாதாளச் சாக்கடைக் குழாய், குடிநீர்க் குழாய், கழிவுத் தொட்டி ஆகியவற்றுக்கு மேல் மரங்களை நடலாகாது. மரங்கள் வளர்ந்து பரவும் பாங்கைப் படத்தில் தெளிவாகக் குறிப்பிட வேண்டும். நீள் வட்டமான உருவமுள்ள மரங்களைக் கூட்டமாக நடுவது அழகாக இருக்கும். அடுத்தடுத்துள்ள இம்மரங்களின் கிளைகள் தொட்டுக் கொள்ளுமாறு நடுவதும் அழகாக இருக்கும். கூம்பு வடிவுள்ள மரங்களைத் தனியாக அல்லது கூட்டமாக நடலாம். தனியாக நட்ட முழுவளர்ச்சியுற்ற மரத்தின் கூர்மையான உருவம் மிகவும் கவர்ச்சியாக இருக்கும். இம்மரத்தின் அடிப்பகுதியில் உள்ள கிளைகள் நிலத்தை ஒட்டியுள்ளமையால் பாதை அல்லது வீதியை ஒட்டி நடலாகாது. கூட்டமாக நட்ட போதும் இம்மரங்கள் கவர்ச்சியளிக்கும்.

இல்லத்தின் முன்பகுதியில் மூலை வாட்டமாகச் சிறிய அழகிய மரங்களைக் கூட்டமாக நடுதல் சிறந்த கட்டமைப்பாக அமையும். இக்கூட்டத்தில் ஒரு சிறு இனத்தின் மூன்று கன்றுகளைப் போதிய இடைவெளிவிட்டு நடவேண்டும். சில சமயங்களில் ஒரே சிறு இனத்தினைச் சார்ந்த மூன்று குறு மரங்களின் மையத்தில் வேறு ஒரு வகையான வண்ண மலர் கொண்ட சிறு மரமும் நடலாம்.

நிலத்தை ஒட்டி வளரும் செடிகள். தரையைப் பராமரிக்க இயலாத சூழ்நிலையில் நிலத்தை ஒட்டி வளரும் செடிகளை நடுதல் நில நோக்கமைப்பிற்கு மெருகூட்டும். நெடிதுயர்ந்த நிழல் தரும் மரங்களின் கீழ் நட்ட சிறுமரங்கள் நிலத்திலிருந்து ஊட்டச் சத்துகளை உறிஞ்சும். சரிவாக உள்ள நிலத்தின் மண் அரிபடாது காத்திட நிலத்தை ஒட்டி வளரும் செடிகள் நடுவது, கற்சுவர் கட்டுவதை விடவும் சிறந்தது. இவ்வாறு

பயன்படும் செடிகள் புல்லுக்குப் பதிலாக நடப்படுகின்றன. பொதுவாக இல்லத்திற்கு ஏறத்தாழ 30 செ.மீ. உயரம் வளரும் செடி ஏற்றது. தரையை ஒட்டி வளரும் செடிகளுக்கு ஈரம் மிகுதியாகத் தேவைப்படும். சில அடர்ந்த நிழலில் வளர்பவை. இவற்றின் வேர்கள் சில மரங்களின் ஆழம் குறைந்த பகுதியில் உள்ள வேர்களுடன் வளரும். மண் அரிமானம் (soil erosion) மிகுந்த நிலத்தை உறுதியாக்கிட இச்செடிகள் நடப்படுகின்றன. இச்செடியின் அடர்ந்த வேர்கள் மண்ணை இறுகப் பற்றுகின்றன. அதே தருணம் நிலத்தை ஒட்டிப் படரும் இலைகள் கடுமழையின் துளிகள் மண்ணைத் தாக்காது காக்கின்றன.

இளவேனிற் காலத்து மலர்ப்படுகைகளைச் (spring flower bed) சுற்றிலும், படரும் செடிகளை நடுவதால் நல்ல சூழ்நிலை அளித்து மலர் தரும் செடியின் வாடிய இலைகளை மறைத்திட உதவும். மரங்களைச் சுற்றியும், கட்டடத்தின் கடைக்கால் அருகிலும் களை எடுக்க இயலாது. குறு மர நடவுக்கருகில் தரையை ஒட்டி வளரும் செடிகளை நடுதல் புல்லுக்கு மேல் வளர்ந்து நல்ல தோற்றத்தை அளிக்கும். இவற்றை நேர்கோட்டில் நடுவதைவிட வளைவாக நடுதல் மேலும் அழகாக இருக்கும். தற்காலத்தில் இல்லங்கள் கடைக்கால் வெளியில் தெரியாதவாறு கட்டப்படுகின்றன. கட்டடத்தின் செங்குத்துக் கோடுகளை மறைத்து மென்மையாக்கிடக் குறுமரங்கள் நடப்படுகின்றன. நிலத்தை ஒட்டி வளரும் கண்ணுக்கினிய செடியை வளர்த்து ஒன்றுக்கொன்று இணைந்த தோற்றம் அளிக்கலாம். நிலத்தில் படரும் செடிகளில் பலவகை உள. ஒவ்வொரு வகை மண், நில நோக்க, தட்பவெப்ப நிலச்சாய்வு நிலை, சுற்றுச்சூழல் ஆகியவற்றுக்கு ஏற்றவாறு நடும் செடியைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். நிலத்தை ஒட்டி வளரும் செடியில் ஆண்டு முழுவதும் இலைகள் கவர்ச்சியுடன் இருக்க வேண்டும். நீண்டு சிறிய இலை, அகன்ற இலை, உதிரா இலையுடைய செடிகள் இதற்கேற்றவை. சில சமயங்களில் மலர்கள் உள்ள செடிகளும், சில சமயங்களில் கனி தரும் செடிகளும் தேவை. எனவே, இலை மிகுந்த பல பருவச் செடிகள் பெரும்பாலும் விரும்பப்படுகின்றன.

செடிகள் விரைவில் நிலப்பரப்பில் படர்ந்திட வேண்டும். இதற்கு மட்டத்தண்டு (rhizome) அல்லது ஓடுதண்டு (runner) உள்ள கொடிகள் மிகவும் ஏற்றவை. இச்செடி அடர்ந்து பரவிக் களை வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தும். இவ்வாறு படரும் கொடிகளைத் தட்பவெப்பம், மண் ஈரம், சுற்றுச்சூழல், மண்ணின் கார அமில நிலை, நிலைச்சாய்மானம் போன்றவற்றைக் கொண்டு தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். இனிய வண்ணமலர்கள் பூக்கும் கொடிக்குப் போதிய சூரிய ஒளி தேவை. நிழல் மிகுதியான நிலையில் சிறு செடிகள் மலர்வது அரிது. சில செடிகள் கோடை வெப்பத்தையும் சில உறைபனியையும் தாங்கி வளரா. சாய்மானம் மிகுந்த நிலத்தில் மண் துகள்களை இறுகப் பற்றும் நார், வேர்கள் கொண்ட செடி பயன் மிக்கது. சிறிய இல்லங்களில் நில நோக்கமைப்பில் சமச்சீர் நிலையைத் தோற்றுவிக்க 30 செ.மீ. உயரம் வளரும் செடிகள் சிறந்தவை. பரந்த நிலப்பகுதியிலும், சாய்மானம் மிகுந்த நிலத்திலும் உயர்ந்து வளரும் செடிகளை நடலாம்.

நிலத்தில் படர்ந்து வளரும் செடிகளை வளர்ப்பதில் மிகுந்த அக்கறை தேவையில்லையாயினும், கொடிகள் மிக நெருக்கப் பின்னிய நிலையைத் தவிர்த்திட ஓரளவு வெட்டிப் பிரித்திட வேண்டும். சில சமயங்களில் பூச்சிமருந்து தெளிப்பதும் இன்றியமையாதது. இக்கொடி வளரும் பருவத்தில் தழைச்சத்து உரமிடுதல் வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கும். இலையுதிர் காலத்திலும், இளவேனிற் காலத்திலும் உரமிடுதல் நலம். குளிர்காலத்தில் இலை உதிர்க்காத கொடிக்கு இப்பருவத்தில் பாசனமும் செய்ய வேண்டும். அடர்ந்து பின்னிப் படரும் கொடியினிடையே சருகு, காகிதத்துண்டு, குப்பை, கூளங்கள் சேர்வதுண்டு. இவற்றை அவ்வப்போது அகற்றித் துப்புரவாக்க வேண்டும். மேற்குறிப்பிட்ட நிலைகளுக்கேற்ற கொடியைத் தேர்ந்து, நிலப்பரப்பின் மீது விரைவில் படரும் பொருட்டு நெருக்கமாக நடவேண்டும். சிறிய படரும் கொடிகளை 30 செ.மீ. சதுரத்தில் நான்கு மூலைகளிலும் நடலாம்.

சாய்மானமான நிலத்தில் மழை பெய்யும் பருவத்தில் மண் அரிமானம் ஏற்படுவதற்கு முன்பு நிலத்தின் மீது கொடி படரும் வண்ணம் மிக நெருக்கமாக நடவேண்டும். கணுக்களில் வேர் விட்டுப் பரவுவதால் இது விரைவில் படரும் தன்மை பெற்றுள்ளது. எ-டு: வின்கா, ஆண்டிகோணம் போன்றவை. இக்கொடிகளைச் சுற்றிச் சிறு உருண்டை வடிவான கற்கள் அல்லது மரப்பட்டைத் துண்டுகளைப் பரப்புவது அழகாக இருக்கும். நிலத்தில் கருநிறப் பாலிதீன் தாளைப் பரப்பி அதன்மீது கற்கள் அல்லது மரப்பட்டைகளை இடுவதால் களைச்செடிகளைத் தடுக்கலாம். படரும் கொடியின் தண்டு வளரும் பொருட்டுத் துளைகள் இடவேண்டும். மரங்களைச் சுற்றியும், ஓர நடவைச் சுற்றியும், மரம் அல்லது செங்கல்லால் வரப்புக் கட்டுதல் படரும் கொடிப் பகுதிக்கும், இல்லப்புல் தரைக்கும் இடையே வேறுபாட்டைத் தெளிவாகக் காட்டும். இவ்வரப்பு

நிலப்பரப்பிலிருந்து அதிக உயரமில்லாதிருப்பதால் புல் செதுக்குவதற்கு இடையூறு ஏற்படாது. இவ்வரப்பு நிலத்தின் அடியில் 15 செ.மீ. ஆழம் வரை செல்லும்.

நீண்ட வயதுடைய கொடிகள். நில நோக்கமைப்பில் பல ஆண்டுகள் நீடித்து வளரும் கொடிகள் பலவகையிலும் பயனுள்ளவை. நன்கு தேர்ந்து நட்ட கொடிகள் வனப்பூட்டும். சுவர், வேலி முதலியவற்றின் மீது படரவும், சில காட்சிகளை மறைத்திடவும், செடிகள் வளரும் சிறுபகுதிக்கு மறைப்பாகவும், நிலத்தின் மீது படரும் கவசமாகவும் கொடி உதவும். உயரமாக ஏறிப்படரும் சங்குப்பூ, கிளிமேடிஸ், விஸ்டெரியா போன்றவை அழகிய மலர் பூக்கும் கொடிகளாகும். சில கொடிகளில் குளிர்காலத்தில் அழகிய நிறமுள்ள கனிகள் குலுங்கும். இக்கனிகளைத் தின்ன இனிய இசைபாடும் பறவைகள் கூடி மகிழும். நில நோக்கமைப்பில் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியை நெருக்கமாகப் படரும் கொடியால் பிரிக்கலாம். வேலியின் அருகில் கொடி நன்கு படர்வதற்கு ஆதரவு தந்து, பார்வையை மறைக்கலாம். குறுமரங்கள் நடுவதற்குப் போதிய இடவசதி குன்றிய சூழ்நிலையில் கொடிகள் நடுதல் நலம்.

பரந்த சுவர்களின் மீது கொடிகளைப் படரவிடலாம். இதற்கு ஆதரவாக முட்டுக் கொடுக்க வேண்டியதில்லை. எனினும் சுவரின் பரப்பு முழுவதும் கொடி படரவிடாது, ஒரு பகுதியில் கொடி படராது இருப்பதே அழகாக இருக்கும். ஆகவே, கொடி படர்வதைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும். சிறிய கட்டடங்களுக்கருகில், விரைந்து அடர்ந்து உயரமாகப் பரவும் கொடியை வளர்த்தால் கட்டடத்தின் தோற்றம் குன்றிவிடும். சில சமயங்களில் சாளரங்களையும், வாசலையும் அடைத்து விடும் அளவு கொடி மண்டிவிடும். ஆகவே, 7-10 மீ. உயரத்திற்கு மேல் வளரும் கொடிகளை நடுவது கட்டடத்தின் அழகைக் குறைத்திடும்.

இளவேனிற் காலமும், தென்மேற்குப் பருவகாலமும் கொடிகள் நடுவதற்கு ஏற்ற பருவங்கள். மூன்று கணுக்கள் கொண்ட கொடி, அதாவது 25 செ.மீ. நீளமுள்ள பகுதியை ஆழமான குழியில் நட்டு நீர் பாய்ச்சிட வேண்டும். கொடி நடும் குழியில் மணல், தொழு உரம், வண்டல் ஆகிய மூன்றும் சமபங்கு உள்ள கலவையை இட்டு நிறைக்க வேண்டும். இளம் தளிர் வரத் தொடங்கியதும் பற்றுக்கம்பிகள் (tendril) அல்லது வேர்களின் மூலம் கொடி மேலே ஏறுவதற்கு ஆதரவாக மூங்கில் தட்டி அல்லது படல் வைக்க வேண்டும். இளம் தளிர்களை மெல்லிய கயிற்றால் படலுடன் சேர்த்துக் கட்டுவது கொடி எளிதில் படர உதவும். கொடி நன்கு வளர்வதற்குத் தழைச்சத்து உரமிட வேண்டும்.

பாறைப்பூங்கா. பாறைப் பூங்காக்கள் நில நோக்கில் பல்வேறு தோற்றங்கள் பெறுகின்றன. இவற்றில் மிகவும் பொதுவானது படிமட்டம் (terrace) அல்லது பாறைச்சுவர் (rock wall) ஆகும். இது இயற்கையான நில நோக்கில் இணைந்த பகுதியாகவே தோன்றும். ஜப்பானிய முறைப்படி பாறைகளை அடுக்கிப் பூங்கா உருவாக்கலாம். மாறுபாடுகள் ஏதுமின்றி ஒரே சீராக உள்ள நில அமைப்பில் பாறைப் பூங்கா அமைப்பது மிகவும் புதுமையாக இருக்கும். பாறைகளைத் திட்டமாக மனத்தைக் கவரும் வகையில் அடுக்குவதே இதில் இன்றியமையாதது. இவ்வாறு அடுக்கப்பட்ட பாறைகள் பல நூற்றாண்டுகளாக இயற்கையிலேயே உள்ளன போன்ற தோற்றத்தை வெளிப்படுத்தும்.

பலவித உருவங்கள் கொண்ட பாறைகளை இல்லத்தின் புல் தரையில் கொட்டியது போல் சிலர் பாறைப்பூங்கா அமைப்பர். சிலர் கற்களைப் பெரிய பற்களைப் போல் வரிசையாக அடுக்குவர். சிலர் எல்லைக் கற்களை ஒழுங்கின்றிக் குவித்தது போலச் செய்வர். பாறைப்பூங்கா என்பது கற்களைச் சேமிக்குமிடமன்று. பாறைப் பூங்கா என்பது எவ்விதச் செயற்கையும் இன்றி இயற்கையை முழு அளவில் எடுத்துக்காட்டுவதாக இருக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு பகுதியிலும் பொதுவாகக் காணப்படும் பாறைகளைப் பயன்படுத்துவதே நலம். பாறைகள் உள்ள நிலப்பகுதியை இதற்கு நன்கு பயன்படுத்தலாம். இதைச் சுற்றிப் பலவகை உருவமுடைய பாறைகளை அடுக்கலாம். இவ்வாறு செய்தல் அங்கு இயற்கையாக உள்ள பாறையின் உருவத்திற்கு ஏற்றதாயிருப்பது இன்றியமையாதது. இங்கு ஒரே வகையான பாறையையே பயன்படுத்த வேண்டும். பாறைப் பூங்காவின் தோற்றம், இயற்கைக் காட்சியைத் தெளிவாக வெளிப்படுத்த வேண்டும். சரிமானமுள்ள நிலப்பகுதி, பாறைப்பூங்கா அமைத்திட மிகவும் ஏற்றது. படிமட்டம் உண்டாக்கிப் பாறைகளை அடுக்குவது எளிது.

ஒவ்வொரு பாறையும் ஓரளவு பின்புறம் சாய்ந்தவாறு ஓர் உதைவு சுவர் (retaining wall) போல அடுக்க வேண்டும். பாறையின் மேற்பகுதியில் முளைத்துப் பல ஆண்டுகள் ஆகி முற்றிலும் பழமையாகத் தோற்றமளிக்க வேண்டும். பாறை, தட்பவெப்ப நிலைகளால் தாக்கப்பட்டுப் பாசி, லைக்கென் முதலியவை படிந்து பழமையான பகுதியானது போல் அடுக்க வேண்டும்.

பெரும் பாறைகளை மிக நெருக்கமாக அடுக்காது சிறிது இடைவெளியுடன் இருக்குமாறு அடுக்கி இவ்விடைவெளியில் மண் நிறைத்திடும்போது, இம்மண் பகுதியிலிருந்து செடி வளர்வதற்கு வசதியாக இருக்கும்.

சுவர்ப்பூங்கா. பாறைப் பூங்காவின் பிறிதோர் உருவம், சுவர்ப்பூங்கா என்பது. இங்குச் சுவர் சாந்திட்டுக் கட்டப்படுவதில்லை. ஆனால் இது வெற்றுக்கல் கொண்டு (dry stone) அடுக்கப்பட்டது. ஓர் உதைவு சுவர்ப் பகுதியில் செடிகளை அழகுற நட்டு இயற்கை வனப்பூட்டும் பகுதியாக்கப்படுகிறது. நிலத்தில் காணப்படும் கற்களை ஒன்றன் மீது ஒன்று ஒழுங்காக அடுக்கி, குறைந்தது 2மீ. உயரமுள்ள சுவர் எழுப்பப்படுகிறது. இதன் உயரம் 1மீட்டருக்கும் கூடுதலானால் 15-30 செ.மீ. கடைக்கால் தோண்டி அதன் மீது கற்களை அடுக்க வேண்டும். அடிப்பகுதியில் பெரிய கற்களையும், மேற்பகுதியில் சிறிய கற்களையும் சற்றுப் பின்புறம் சாய்வாக அடுக்க வேண்டும். ஒவ்வோர் அடுக்கின் மீதும் சலித்த மண்ணைப் பரப்பி அதன்மீது மறு அடுக்கு அமைக்க வேண்டும். சுவரின் பின்புறமும் மண் நிறைத்து வலிவாக்க வேண்டும். கற்கள் இணையும் பகுதி வரிசைக்கு வரிசை மாறியிருப்பது இன்றியமையாதது. கற்களின் இடைவெளியில் சிறு செடிகள் வளருவதற்கு வசதி வேண்டும்.

நில நோக்கின் ஏனைய பகுதிகளில் நட இயலாத செடிகளைப் பாறைப் பூங்காவில் நடலாம். அடர்ந்து வளரும் கொடிகள் பாறைப் பூங்காவில் நடுவதற்கு ஏற்றவையாகா. பாறைப் பூங்காவிற்கு, குறுகிய பல பருவக் குறுமரங்கள் ஏற்றவை. இவை வறட்சி தாங்கி வளரும் தன்மையுடையவை. மிக விரைந்து வளரும் ஒருபருவ மலர்ச்செடிகளைப் பாறைப் பூங்காவில் நடுவதில்லை. மிக அழகிய மலர்களும், சிறு இலைகளும் கொண்ட செடிகளைத் தேர்ந்து நடலாம். பரந்து உயர்ந்து வளரும் செடிகள் குறுகலாக வளரும் செடிகளை மறைத்துவிடும். எனவே, இவ்வகைச் செடியைப் பாறைப் பூங்காவில் நடலாகாது. பாறைப் பூங்காவில் நீர் தேங்காது வடிகால் வசதி அமைய வேண்டும். இங்கு நடும் செடிகளுக்குப் போதிய சூரிய ஒளி கிடைக்க வேண்டும். இருப்பினும் இச்செடிகளை வறண்ட தென் மேற்குக் காற்று பாதிக்காது காத்திட வேண்டும். இப்பூங்காவிற்குச் சற்று விலகிய பகுதியில் நிழல் தரும் மரங்கள் நடலாம். ஆனால் இம்மரங்கள் பூங்காவினுள் வளரக்கூடாது. பாறைப் பூங்காவில் வளரும் செடிகள் பாறைகளைவிடக் குறுகியுள்ளமையே சிறப்பு. சில செடிகள் பாறைகளின் இடுக்குகளில் இருந்து வளர்வது இயற்கையாகத் தோன்றும். பாறைப் பூங்காவில் ஆண்டு முழுவதும் கண்ணைக் கவரும் வண்ண மலர்கள் குலுங்கும் செடிகளைத் தேர்ந்து நடவேண்டும். உயரம் குறைந்த அதாவது 1மீ. உள்ள இரண்டு சிறிய சுவர்களுக்கு இடையில் பாறைப்பூங்கா அமைக்கலாம். இங்கு நிலத்தில் படரும் செடி, சிறு புதராக வளரும் கனிச்செடி போன்றவற்றை நடலாம்.

- கே.ஆர். திரு. வேங்கடசாமி

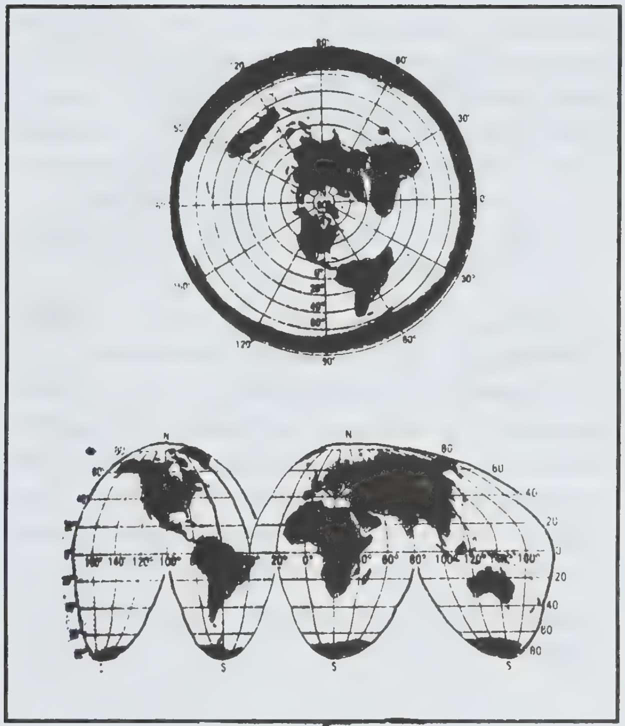
நிலப்பட அளவை

புவி அல்லது புவியின் பகுதிகளின் விபரங்கள் எளிதில் விளங்குமாறு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு வரையப்படும் படங்களே நிலப்படமாகும். புவியின் தன்மையினை எளிதில் விளக்க அதனை விகிதப்படிக் குறைத்து வரைகின்றனர். இவ்வாறு குறைக்கப்படும் விகிதமே அளவை (scale) ஆகும். அதாவது ஒரு படத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள இரு புள்ளிகளுக்கு இடையேயுள்ள நீளத்திற்கும் அதைத் தரைமேல் குறிக்கும் இடங்களுக்கு இடையேயுள்ள நீளத்திற்கும் உள்ள விகிதமே நிலப்பட அளவை (map scale) எனப்படும். அவ்வளவைகளைக் கீழ்க்காணும் முறைகளில் குறிக்கலாம். அவை வாக்கிய முறையில் (by simple statement) (எ.டு.) இதில் 1 செ.மீட்டருக்கு கி.மீ என எழுதப்படும். பிரதி பின்ன முறையில் (representative fraction) இதில் அளவையின் விகிதத்தைப் பின்னமாகக் காட்டலாம்.

$$\text{பிரதிபின்னம்} = \frac{\text{நிலப்படத்தில் நீளம்}}{\text{தரையின் நீளம்}}$$

நிலப்படத்தில் 1 அங்குலம் 1 மைலைக் குறிப்பின், அதனையே பிரதி பின்னமாக 1:63,360 அல்லது 1/63360 எனக் குறிப்பிடலாம். இதில் தரையின் 63,360 அங்குலத்தினைப் படத்தின் 1 அங்குலம் காட்டுகிறது. அளவைக் கோடுகள் இரு வகையில் பயன்படுகின்றன. இது ஒரு படத்தில் குறிப்பிட்ட புள்ளிகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவை அளக்கப் பயன்படுகிறது. அதனை உருவாக்கும்போது விரிவுபடுத்தினாலோ, சுருக்கினாலோ அதன் அளவு மாறாது.

மெட்ரிக் அளவு முறையைப் பயன்படுத்தும் நாடுகளில் 1:25,000, 1:50,000, 1:100,000 அளவைகள் பயன்படுகின்றன. பிரிட்டிஷ் நிலப்படங்களில் 1:63,360 மடங்குகளாக அளவைகள் பயன்படுகின்றன.



நிலப்பட அளவை

நாடுகள் அல்லது கண்டங்கள் 'சிறிய அளவை' நிலப் படங்களிலும், நகரங்கள் மற்றும் சிறிய பகுதிகள் 'பெரிய அளவை' படங்களிலும் காட்டப்படுகின்றன.

- க. சித்திராதேவி

நிலப்படக் கோட்டுச் சட்டம்

புவி ஓர் ஆப்பிள் போன்ற கோள வடிவில் உள்ளமையால் இதன் பரப்பின் மீதான ஒரு புள்ளியைக் குறிப்பிடும் பொருட்டு அதன் மீது வரையறுக்கப்பட்ட அளவில் கீழ்மேலாக 360⁰ பாகைகளாகப் பிரித்தும் (நெட்டாங்கு) புவியைச் சுற்றிக் கிழக்கு மேற்காக 180⁰ பாகைகளாகப் (அகலாங்கு) பிரித்தும் கோடுகள் கற்பனையாகப் புவி வரைபடத்தில் குறிக்கப்படுகின்றன. அவை புவிக்கோட்டுச் சட்டம் எனப்படும்.

புவி ஒரு கோள வடிவமென்பதால் அதன் வரைபடத்தை அப்படியே ஒரு சமதளப்பரப்பாக வரைய முடியாது. அதன் அளவுகள் நிலநடுக்கோட்டுப் பகுதிகளில் மிகுதியாகவும் துருவப் பகுதிகளில் வரவரக் குறைந்து ஒரு புள்ளியில் சந்திக்கும் வகையிலும் உள்ளமையால் இதனை இருபரிமாண முறையில் அளவு மாறாமல் வரைய முடியாது என்பதற்காகச் சில முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

கோளத்தின் மேலுள்ள விவரங்களான, பரப்பு, திசையளவு, தோற்றம் ஆகியவற்றைத் தெளிவாக ஒரே படத்தில் காட்ட முடியாது என்பதால் கீழ்க்காணும் ஏதாவது ஒரு பண்பினை மட்டும் கொண்ட படங்கள் காட்டப்படும். அவை, பரப்பு ஒத்த சட்டங்கள் (homocographical projections), உருவம் ஒத்த சட்டங்கள் (orthomorphical projections), திசையளவு சீரான சட்டங்கள் (azimuthal projections) என்பனவாகும்.

கோட்டுச் சட்டங்களை வரையும் முறை. புவியின் சுற்றளவு ஏறத்தாழ 20,000 மைல்கள்; அதன் ஆரம் 3,960 மைல்கள்; இதைச் சுமார் 25,00,00,000 அங்குலமாக எடுத்துக் கொள்ளலாம். இவ்வாறு முழு எண்ணாக எடுத்துக் கொள்வதால் பிழைகள் குறையும் நிலநடுக்கோட்டின் அளவு 69.6 மைல்கள், துருவப்பகுதியான 90⁰இல் சுழி அளவாகக் குறைந்து கொண்டே வரும்.

கூம்புச் சட்டங்கள். (conical projections). ஒரு திட்ட அகலாங்குடைய கூம்புச் சட்டத்தில் நிலநடுக்கோட்டை வளைகோடாக எடுத்துக்கொண்டு வளைந்த ஒவ்வொரு நெட்டாங்கையும் நேர்கோடாக நிலநடுக்கோட்டை நேர் செங்குத்தாக வெட்டுமாறும் அதன் உச்சிப்புள்ளிகள் ஒரு திட்ட அங்கலாங்கில் அதன் அளவைப் பின்னம் மாறா விகிதத்தில் சந்திக்குமாறு கூம்பு வடிவில் வரையப்படும். இதில் புவி வரைபட அளவுகள் மாறுவதில்லை.

இரு திட்ட அகலாங்குடைய கூம்புச் சட்டத்தில் இரண்டு திட்ட அகலாங்குகளை எடுத்துக்கொண்டு ஒரு திட்ட அகலாங்கு கூம்புச்சட்டம் போலவே வரையப்படும். ஆனால் பிழைகளின் அளவு புவிப்பட அளவின் விகிதத்திலிருக்கும். இதனால் சிறிய பரப்பைப் பெரிதாக்கிக் காட்ட முடியும்.

பல்கூம்புச் சட்டம் (polyconic projections). இதைப் பெர்டினன்ட் ஹெஸ்வர் எனும் அமெரிக்கத் தலப்பட வல்லுநர் முதன் முதலில் இயற்றினார். அது பான் சட்டம் போன்றது. ஆனால் நிலப்படத்தை மிகவும் விரிந்த அளவில் இதில் காட்ட முடியும். அளவைகள் முறையாக இரா. இவை அகலாங்கின் தொடுகோடுகளை ஆரமாகக் கொண்டு வரையப்பட்ட படங்களாகும்.

துருவ உச்சிச் சட்டங்கள். சம தூர உச்சிச் சட்டம் என்பது துருவத்தை மையமாகக் கொண்டும் நிலநடுக்கோட்டை வெளிவட்டமாகக் கொண்டும்

புவியின் ஒரு பாதியைக் குறிக்க வரையப்பட்டதாக அமையும். நெட்டாங்குகள் நேர் ஆரக்கோடுகளாகவும், அகலாங்குக் கோடுகள் வட்டங்களாகவும் குறிக்கப்படுகின்றன.

சம பரப்பளவுள்ள உச்சிச் சட்டம் என்பது லாம்பர்ட் என்பாரால் சம தொலைவு உச்சிச்சட்டம் போல் வரையப்பட்டாலும் அகலாங்கு சமதொலைவில் அமையாது, புவியின் விகிதப்படி வேறுபட்ட அளவுகளுடன் வரையப்படும்.

நோமானிக் உச்சிச்சட்டம். இது புவியின் மையத்திலிருந்து புவிப்பரப்பின் ஒவ்வொரு புள்ளிக்கும் ஆரக்கோடுகள் வரைவதாகவும் அதன் ஒரு சமதளக் காகிதத்தில் அதன் நீட்சிகள் விழுமாறும் செய்தால் கிடைக்கும் வரைபடமாகும். இதில் நிலநடுக்கோடு காகிதத்தினின்று இணையான பரப்பிலுள்ளமையால் அதன் எல்லையையும் புவியின் மறுபாதியையும் குறிக்க முடியாது. இது துருவத்தைச் சுற்றிய சிறு பரப்பை மட்டும் காட்ட உதவுகிறது.

உருளைக் கோட்டுச் சட்டம் (Cylindrical projection). சமதொலைவு உருளைச் சட்டம் என்பது நிலநடுக்கோட்டினைத் தொடுமாறு ஓர் உருளையை நிறுத்தினால் அதன்மேல் நெட்டாங்குக் கோடுகள் மற்றும் அகலாங்குக் கோடுகளின் வீழல்கள் தோற்றமளிக்கும் வகையில் வரையப்படுவது. துருவப் பகுதிகளை மிகவும் பரந்த அளவிலும் நிலநடுக்கோட்டுப்பகுதியை முறையான அளவிலும் காட்ட இது உதவுகிறது.

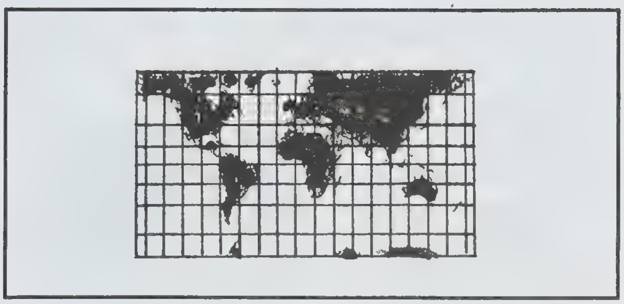
சமபரப்பளவுள்ள உருளைக்கோட்டுச் சட்டம் என்பது ஓர் உருளையைப் புவியின் மறுபக்கத்தில் நிறுத்தி வைத்துப் புவியின் மீதான அகலாங்கு, நெட்டாங்குகளைக் கிடைமட்டமாகப் பார்த்தால் உருளையின் எப்பகுதியில் விழுமோ அந்த அமைப்பில் வரையப்படுவதாகும். இது மேலும் பிழைகள் அதிகரிக்க வாய்ப்பைத் தருகிறது.

உருவ மொத்த உருளைச்சட்டம் (cylindrical orthomorphic or Mercator's projection). இது சாதாரண உலகப்படங்களில் காட்டப்படும் வரைபடம். மெர்காட்டர் என்பவரால் வரையறுக்கப்பட்ட இது சம பரப்பளவுள்ள உருளைச்சட்ட வரைபடம். ஆனால் துருவப் பகுதிகளில் இருக்கும் நிலப்படங்கள் உருவச் சட்டங்களின் விரிவு விகிதத்திற்கு ஏற்றாற்போல் வரையப்பட்டிருக்கும். எனவே நீள அகல விரிவுகள் மற்றும் அளவுகளின் விகிதம் மாறா. துருவப்பகுதிகளில் இருக்கும் சிறுதீவு கூட நிலநடுக்கோட்டில் இருக்கும் பெரிய நாட்டைப் போல் தோற்றம் தருவதால் இம்முறைகள் வாயிலாக அளவுகளை ஊகிப்பது கடினம். இதில் திசையளவுகள் நேர்கோடுகளாக இருக்கும். இதன்மேல் வரையப்படும் எந்தக்கோடும் சமகோணத்தில் வெட்டிச் செல்லும். அகலாங்குகள் 90^0 கோணத்தில் வெட்டிக் கொள்ளும். இவ்வாறு அளவு சரிபடுத்தப்பட்ட சட்டத்தின் மேல் வரையப்படும் கோடுகளுக்கு ரம்புக்கோடு (rhumbline) என்று பெயர்.

சினுசாய்டல் (Sinusoidal) அல்லது சான்சன் ஃபிளேம்ஸ்டட் சட்டம் (sanson flamstead). இது சமபரப்பளவுள்ள உருளைச்சட்டம். ஆனால் துருவப்பகுதி அகலாங்குகள் ஒன்றையொன்று நெருங்கி உள்ளமையால் அவை கணிதவியல் சைன் (sine) அளவுகளாக மாறி வரையப்படுகின்றன. இது நிலநடுக்கோட்டின் இருபகுதிகளிலும் உள்ள கண்டங்களைக் குறிக்கப் பயன்படுகிறது.

மால்வைடர் சட்டம் (Mollweider Projection). இது ஜெர்மன் நாட்டுக் கார்ல் மால்வைடர் என்பாரால் உருவாக்கப்பட்டது. இது சினுசாய்டல் சட்டத்தைப் போன்றே காணப்படுகிறது. ஆனால் துருவத்தை நோக்கிக் குறைந்துகொண்டே செல்கிறது. மைய நெட்டாங்கு ஒரு நேர்கோடாகவும் அதன் 90^0 நெட்டாங்குகள் விட்டமாகவும் அதாவது கூம்பு வடிவ வளைகோடுகளாகவும் குறிக்கப்படுகின்றன. இது ஓர் அரைக்கோளத்தைக் காட்டும் முட்டை வடிவ வரைபடமாகும். இதில் நிலநடுக்கோட்டு அளவு சரியாகவும், அளவில் சற்று வேறுபடும் கண்டங்களுக்கேற்பப் பிரித்துக் காட்டக் கூடியதாகவும் காணப்படுகிறது.

அனைத்துலக வரைபடச் சட்டம் (International world map projections). இது 1909 ஆம் ஆண்டு நியமிக்கப்பட்ட உலக அறிவியலாரால் இயற்றப்பட்ட 1 : 10,00,000 கன அளவையுடைய பல்கூம்புச் சட்டமாகும். இதில் ஒரு கண்டத்தின் கிழக்கிலும், மேற்கிலுமுள்ள படங்கள் பொருந்தாமல் தெற்கு மற்றும் வடக்குப் பகுதியிலுள்ளவை பொருத்தமாக இருந்த நிலைமாற்றப்பட்டு நான்கு புறங்களிலும் பொருந்தக் கூடிய வகையில் அமைக்கப்படுகின்றன. பல்கூம்புச் சட்டத்தைப் போலல்லாமல் நெட்டாங்குகள் நேர்கோடுகளாகவும், அகலாங்குகள் வளைகோடுகளாகவும் இதில் வரையப்படுகின்றன. எனவே அளவையில் மாற்றமிராது. மைய நெட்டாங்கு ஒரு திட்ட அளவுடனும், விளிம்பு நெட்டாங்கு இரு திட்ட அளவுடனும் வரையப்படும்.



நிலப்படக் கோட்டுச் சட்டம்

நிலநடுக்கோட்டிலிருந்து 60° வடக்கு, தெற்கு அகலாங்கு வரையுள்ள பகுதிகள் 40° அகலாங்கு அளவும் 6° நெட்டாங்கு அளவும் கொண்ட தரைப்படங்களாகக் காட்டப்படும். 60° அகலாங்கிலிருந்து 88° அகலாங்க வரையுள்ள பகுதிகள் அகலாங்கு அளவும் 12° நெட்டாங்கு அளவும் கொண்ட தரைப்படங்களாகக் காட்டப்படுகின்றன. இரு துருவங்களையும் காட்ட 4° அளவில் இரு தரைப்படங்கள் உள்ளன. மொத்தத்தில் அனைத்துலக அளவில் தரைப்படம் 2222 பிரிவுகளாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது.

உலக வரைபடத்தை உருவாக்கும்போது தேவைப்பட்ட பகுதிக்கேற்பக் கோட்டுச் சட்டங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து அவற்றின் வீழல்களை வரைபடங்களாக ஆக்க வேண்டும். காட்டாகப் பரப்பு வரைபடத்திற்குச் சம பரப்பளவுள்ள சட்டங்களே பெரும்பாலும் பயன்படுகின்றன.

- என். முத்துக்கிருஷ்ணன்

துணைநூல். சு. ஜெயச்சந்திரன் *செய்முறைப் புவியியல்*, கல்லூரிநூல் வெளியீட்டு இயக்குநரகம், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1989.

நிலப்படம் உருவாக்கல்

திறமை வாய்ந்த அறிவியலாரும் தொழில் நுட்பவியலாரும் நிலப்படங்களைச் செய்ய ஒருங்கிணைந்து பணியாற்ற வேண்டும். அறிவியல் சார்ந்த ஆய்வு மற்றும் புவி மேற்பரப்பின் சில பகுதிகளைப் பற்றிய அறிவினைக் கொண்டு, நிலப் படங்களில் விவரங்கள் கொடுக்கப் படுகின்றன. இம்முறையில் பிற நிலப்படங்களிலிருந்து, குறிப்பிட வேண்டிய செய்திகளைத் தேர்ந்தெடுத்து அவற்றைச் சுருக்கமாக, அளவு திட்டத்தினைக் குறைத்துச் செய்யப்படும். பொதுவாக, நிலப்படங்களைச் செய்யக் கீழ்க்காணும் பல படிகள் உள்ளன.

ஆய்வு. பல்வேறுபட்ட வல்லுநர்கள் ஆராய்ந்து, குறித்து, அளந்து ஒளிப்படங்கள் எடுத்துப் புவியினைப் பற்றிய செய்திகளை விவரிக்கின்றனர். நில அளவையாளர் இடங்களைச் சரியான முறையில் குறிக்க அவற்றின் தொலைவு, திசை, ஏற்றங்களை இவற்றை அளந்து கணக்கிடுவர். இம்முறையிலேயே நிலப்படங்களிலும் இடங்களுக்கிடையே சரியான இடைவெளி இருக்குமாறு, புவி மேற்பரப்பின் இடங்களைப் புவியின் பிற பகுதிகளுடன் தொடர்புபடுத்துவர். நில அளவையாளர் இந்த அளவுகளை அளக்க நுட்பமான கருவிகளைப் பயன்படுத்துவர். வான்வழி ஒளிப் படப்பிடிப்பு இதற்குப் பெரிதும் உதவுகிறது. பிற துறை வல்லுநர், சிறப்பாகத் தோட்டப் பணி மேற்கொள்வோர், சில வரையியலார், நிலவியலார், காலநிலை ஆய்வாளர், புவிப்பெரும் பரப்புக் கணிப்பியலார், ஒளியியல் வல்லுநர் போன்றோர் பல ஆய்வுகளை நடத்துகின்றனர்.

ஒருங்கிணைப்பு. நன்கு, முன்பே அறியப்பட்ட பகுதிகள் பற்றிய புதிய தகவல்களையும் தெரிந்தவுடன் சேர்த்து நிலப்படத்தில் குறிக்க வேண்டும். நிலப்படத்திற்குரிய மொழியில், மொழியாக்கம் செய்யும் படி முடிவுகளை ஒருங்கமைத்து, எளிமையாக்கி, அவற்றைப் பொது இயல்புக்கு உட்படுத்துவர். நிலப்படத்திற்குரிய மொழியில் மொழியாக்கம் செய்யும்படி அதில் கொடுக்க வேண்டிய விவரத்தில் வகைக்கும் அதன் செயல் நோக்கத்திற்கும் ஏற்ப, அறிவியலாளரைக் கொண்ட குழுக்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. இதில் நிலவரையியலார், நிலவியலார், காலநிலை ஆய்வாளர், சமூகவியலார் வரலாற்றாய்வாளர் போன்றோர் இடம் பெறுவர்.

திட்டமிடல். நிலப்படத்தில் காட்ட வேண்டிய அனைத்து விவரங்களையும் ஒன்றாக்கிச் சேர்த்து அவற்றைப் பகுப்பாய்வு செய்ய வேண்டும். நிலப்பட வரைவியலார் (cartographer or map maker) நிலப்படத்தை வரையத் திட்டமிடுவர். சில சமயங்களில் நிலப்பட வரைவியலின் பதிப்பாசிரியரும் வடிவியலாரும் இப்பணியைப் பங்கிட்டுக் கொள்வர்.

முன்னுரை செய்தல். (drafting) மூலப்படங்கள் அல்லது வண்ணப் படங்களின் தொடர்ச்சியினைப் போன்று தாளில் நிலப்பட வரைவியலார் அல்லது உருவரைப்பயன் எழுதுபவர் (draftmen) வரைவர். பொதுவாக இறுதியில் கிடைக்கும் நிலப்படத்தைவிட மிகப் பெரியனவாகவே இவ்வரைபடங்கள் இருக்கும். உருவரைப் படங்களை வரைபவர், அறிவியலாரின்

கருத்துக்களையும், தகவல்களையும் குறியீடு செய்வார். நிலப்பட வரைவியலார் அதனை எளிதில் பார்த்துப் புரிந்து கொள்ளும்படித் துல்லியமாகக் கண்கவரும் வகையில் அமைப்பர்.

மீளுருவாக்கம். அதிக எண்ணிக்கையில் நிலப்படங்கள் தேவைப்படின் மிகுதியான படிகள் எடுக்க வேண்டியிருக்கும். இந்த நிலப்பட வரைவை நேரடியாக அச்சடித்துக் கொள்ளும் வசதியினையுடையதாகவும் அச்சுத் தகட்டினைக் கொண்டு பெறும்படியாகவும் கருவியாக்க வேண்டும். **காண்க.** நிலப்பட மீள் உருவாக்கம்.

நிலப்படத் தொழிற்சாலை. ஒவ்வோர் ஆண்டும் லட்சக்கணக்கான புதிய நிலப்படங்கள் செய்யப்படுகின்றன. நிலப்படங்களை அரசு முகவாண்மைகளே செய்கின்றன. பல்வேறு பணிகளுக்குத் தேவையான பல்வேறுபட்ட அளவுத் திட்டங்கள், வகைகளைக் கொண்ட நிலப்படங்கள் அரசுக்குத் தேவைப்படுகின்றன. ராணுவப் பணிகளுக்குச் சிறப்புமிக்க நிலப்படங்கள் இன்றியமையாதவை. அமெரிக்க ஐக்கிய அரசில் பல்வேறுபட்ட ஆயுதமேந்திய வீரர்களின் முகவாண்மைகளால் இவை செய்யப்படுகின்றன.

தேசியப் பெருங்கடல் அளவாய்வு (Natural Ocean Survey). நிலமும் கடலும் பற்றித் தகவல்களைச் சேகரித்து அவற்றை அட்டவணைப்படுத்தி நிலப் படங்களாக வெளியிட்டு, நீர் மற்றும் வான் போக்குவரத்து பயனுறும் வகையில் செய்வர். வணிக நிலப்பட நிறுவனம் முதன்மையாகக் குறைந்த அளவுத் திட்டத்தில், சாலை வரைபடம் போன்ற சிறப்புத் தேவைக்கான நிலப்படங்களை உருவாக்குகிறது.

- க. சித்திராதேவி

நிலப்பட மீள் உருவாக்கம்

நிலப்படங்களின் தகவலினைத் திரட்டி அதனை உருவாக்கிய பின்னர் அதிக எண்ணிக்கையில் நகலெடுக்கும் முறையை நிலப்பட மீள் உருவாக்கம் (map-reproduction) என்பர். மை தடவிய தகட்டுப் பதிப்பு, ஒளிப்படம், அலுவலக நகல் எடுக்கும் கருவி, நவீன கணிப்பொறி கொண்டு மீள் உருவாக்கப்படுகிறது.

நிலப் படத்தின் தன்மை, தரம், அளவு, பயன், விலை மற்றும் கிடைக்கும் கருவியைக் கொண்ட மீள் உருவாக்க முறைகள் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. மீள் உருவாக்க முறைகள் மெய்யான வரைபடத்தினைத் தயாரிக்கும் உத்தியினையும் வழிமுறைகளையும் பற்றி விளக்குகின்றன. முழுமை பெற்று உருவாக்கப்பட்ட எந்தப் படத்தையும், எப்பொருளிலும் இம்முறையில் உருவாக்கலாம். ஆனால் பெரும்பாலும் படச்சுருள், தாள் போன்றவற்றில் உருவாக்கப்படுகிறது. ஒரே நிறத்திலோ, பல்வேறு நிறத்திலோ இது காணப்படலாம்.

தொடர்புச் செயல் முறைகளில் (contact process) ஒரு பொருளின் வடிவமைப்பிற்கும் அளவிற்கும் ஏற்றவாறு மீள் உருவாக்கப்படுகிறது. இம்முறைகளில் எவ்வித ஒளிப்படக் கருவிகளையும் பயன்படுத்துவதில்லை. இதன் படங்களும் தரம் குறைந்தனவாக இருக்கும். இதில் மிமியோ வரைபடமுறை (mimeography), சாராய மெய்ப்படி முறை (spirit duplicating), டையசோ நீல அச்சுமுறை (diazo blue printing) போன்ற செயல் முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

கணிப்பொறியின் மீநுட்ப வளர்ச்சியினால், தரம் மிகுந்த நிலப்படங்களைப் பெரும்பான்மையாகவும் விரைவாகவும் உருவாக்க இயலும். வரைபட கணிமுறையை வழியமைப்பு அமைப்புகள் (graphic software programme systems) அதனைச் சார்ந்த கருவிய (hardware) நிலப்படத்தொகுப்பிலும், மீள் உருவாக்கத்திலும் பெரிதும் துணை புரியும். தகவல் வங்கி (data bank) தேவையான தகவலினைச் சேகரித்து நிலப்படங்களை வரைந்து அதனை வண்ணங்களுடன் அச்சிடும்.

- க. சித்திராதேவி

நிலப்பட வடிவமைப்பு

நிலப்படத்தின் சிறப்பு அதன் வடிவமைப்பைப் பொறுத்து அமைகிறது. நிலப்படத்திலுள்ள தகவலினை எளிதில் அனைவரும் அறிந்து கொள்ளும் வகையில் கலையுணர்வுடனும், கற்போரை ஈர்க்கும் வகையிலும் வடிவமைக்க வேண்டும். புள்ளிகள், கோடுகள், பரப்பளவு, நிறம், சொற்கள் போன்றவற்றைக் கொண்டு தகவலினைத் திட்டமிட்டுச் சீராக அமைத்துச் சிறந்த நிலப்படத்தை உருவாக்க வேண்டும்.

திறம்படப் புரியும் வகையில், நிலப்படங்களை உருவாக்குவதற்கான வழிமுறைகளை நிலப்பட வரைவாளர் (cartographist) உருவாக்கி வருகின்றனர்.

நிலப்பட மீள் உருவாக்கத்தில் பல புது முறைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. நிலப்பட வடிவமைப்பில் குறியீடுகள், நிறங்கள், எழுத்துக்களைக் கொண்டு பல மாற்றங்கள் செய்யப்படுகின்றன. புவியியல் தன்மையின் சிறப்பியல்புக்கேற்ப, தகவலினை அவ்வவ் நிறங்களைக் கொண்டு பதிவு செய்கின்றனர். பொதுவாக நிறங்கள் நிலப்பட வடிவமைப்பில் இன்றியமையாக் கூறாகவும் தகவலினை எளிதில் விளக்கும் குறியீட்டுப் பகுதியாகவும் உள்ளமையால் இவை நிலப்படங்களின் விவரங்களைக் கண்டுணர வழி புரிகின்றன. பயனாளருக்கு ஏற்ற வகையில் பல நிறங்களைக் கொண்ட நிலப்படங்கள் பெரும் எண்ணிக்கையில் அழகு மிளிர அச்சிடப்படுகின்றன.

- க. சித்திராதேவி

நிலப் பயன்பாட்டு வகை

இது நிலவளத் தன்மையினைப் பகுத்து அதன் பயன்பாடு மற்றும் வகைகளைப் பற்றிய தகவலினை அளிப்பதாகும். இது புவியியலமைப்பின் தொகுதிகள் பயன்படும் நிலத்தின் அளவினை அளத்தல், வளர்ச்சிக்கென உதவும் வகையில் நிலத்தின் அளவுகள், காலப்போக்கில் ஏற்படும் மாற்றங்களான நிலப் பயன்பாட்டினைப் பற்றிய தீர்வு ஆகியவற்றைத் துல்லியமாக வரையறுத்துக் கூறுகிறது. உணவு உற்பத்தி, மனித வாழ்விடம் அல்லது சுற்றுப்புறச் சூழலின் பாதுகாப்புப் போன்றவற்றிற்கான நிலங்களின் தரத்தை அறியவும் உதவுகிறது. நவீன காலங்களில் 1960 முதல் நிலப்பயன்பாட்டினை வகைப்படுத்துதல் மற்றும் இயற்கை வள மேலாண்மையில் மாபெரும் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. இவற்றோடு தொடர்புடைய மண் அரிப்பு, நில அமைப்பு, பாலைவன இடங்கள் அல்லது காடுகளின் பயன்பாடு ஆகியன ஆராயப்படும்.

சுற்றுப்புறச் சூழல் பாதிப்புறாது, பயன்பாடு அடையும் வண்ணம் நிலப் பயன்பாட்டு வகைப்படுத்தலினைப் பற்றிய தொழில் நுட்பங்களும், விதிகளும் உருவாக்கப்பட்டு வருகின்றன. இந்தச் செயல்முறைகளுக்குப் படச்சுருள் ஒளிப்படக் கருவி, வில்லை விரிவுபடுத்தி (lens enlarger) போன்றவற்றின் தொழில் நுட்ப வளர்ச்சியும் பெரிதும் துணை புரியும்.

புவியின் மேற்பகுதியில் தெரிவு செய்யப்பட்ட பரப்பிலுள்ள பலவிதமான தகவலினை ஒருங்கிணைக்கும் கணிப்பொறி மையமாக்கப்படுவதற்கு நவீன கருவிகள் பெரிதும் உதவுகின்றன. ரேடார், லேசர், பல்நிற மீளுருவாக்கத் தொகுதிகள் போன்றவற்றினை வைத்துக் கொள்ளும் தளமாக விமானம், திருகு ஊர்தி (helicopter) செயற்கைக் கோள்கள் போன்றவை விளங்குகின்றன. மேலும் தொலை உணர்விகள் (remote sensors) மூலம் நிலப் பயன்பாட்டினை வகைப்படுத்தும் புது முயற்சியும் மேற்கொள்ளப்படுகிறது.

இயற்கையின் சிறப்பியல்புகள் மற்றும் அவை தொடர்புடையவற்றின் தொகுதியினைக் கொண்டு நிலங்கள் எளிதில் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. பொதுவாக மண், கால நிலை, இட அமைப்பியல் கொண்டு நில வகைப்பாட்டுத் தொகுதிகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. மேலும் படுகைப் பாறைகள், நிலவியல், அவ்விடத்தின் தாவர வகைகள், நிலத்தடியின் தன்மை, நில அமைப்பு, நீரியல்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்தும் வகைப்படுத்தப்படும்.

- க. சித்திராதேவி

நிலப்பனை

இது இந்தியா, இலங்கை போன்ற வெப்ப நாடுகளில் பயிராகிறது. இதற்கு வாராகி, முசலி, தீளாரம், திரகத்தாரு, சகியம், தலைத்தாது, நிலவிழுமி, நேயம், குறத்தி, ரசியம், சித்தி என்னும் பெயர்களுமுண்டு. இதன் தாவரப்பெயர் குர்குலிகோ ஆர்ச்சியாஸ்டஸ் *(Curculigo Orchioides)*

என்பதாகும். இதன் கிழங்கும் வேரும் மருந்தாகின்றன. அமாரில்லிடேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இது 30 செ.மீ. வளரும் ஒருபருவச் சிறு செடியாகும். இதன் இலைகள் 15-45 செ.மீ. நீளத்தில் பேரீச்ச மரத்தின் இளம் இலைகளை ஒத்திருக்கும். பூக்கள் சிறியவையாக மஞ்சளாக இருக்கும். கனி வெடிகனி **(capsule)** வகையைச் சேர்ந்தது. இது 1-3 செ.மீ. நீளத்தில் இருக்கும். விதைகள் நீள்சதுரமாகவும், கறுப்பாகவும் இருக்கும். மிதவெப்ப இமாலயப் பகுதியில் வளரும் இச்செடியில் கிழங்குகள் உண்டு. கிழங்குகளிலிருந்து வேர்களை நீக்கி நீரில் கழுவித் தூய்மை செய்து துண்டுகளாக்கி நிழலில் உலர்த்திப் பயன்படுத்துவதுண்டு.

பயன். கண்ணில் வெள்ளைப்புள்ளி விழுந்தமைக்கு இக்கிழங்குச் சாற்றுடன் பூண்டுச் சாற்றையும் கலந்து துளித்துளியாக இடுவதுண்டு. இச்செடிச்சாறு வெட்டுக்காயம், புண்ணை ஆற்றப் பயன்படும். கிழங்கு ஆஸ்த்துமா நோயைப் போக்கும். நிலப்பனைக் கிழங்கின்

1. செடி 2.மலர், 3.வெளிப்பூவிதழ் உறை, 4. உள் பூவிதழ் உறை 5.6. மகரந்தக்கேசரங்கள் 7.சூலகத்தண்டும் சூலகமுடியும் 8.சூலகமுடி உறை 9.சூல்பையின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 10.சூல்பையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் 10,11கனிகள் 12.விதை

நிலப்பனை ***(Curculigo Orchioides)***

மேல் தோல், உள்நரம்பு நீக்கி உலர்த்திப் பொடித்துச் சர்க்கரை, பால் கலந்து காலை மாலை சாப்பிட வெண்குட்டம், பெரும்பாடு, மேகவொழுக்கு, விலாக்குத்து முதலியவை நீங்கும். தாதுப்பெருக்கம், காம விருப்பம் உண்டாகும். இதை லேகியத்தில் சேர்த்துக் கொடுக்கச் சிறுநீர் நோய், வெள்ளை, மிகை உடல் வெப்பம் நீங்கும்.

கிழங்கைத் துண்டுகளாக்கிப் பாலிலிட்டு அவித்து உலரவைத்துப் பொடி செய்து உட்கொள்ள இடுப்பு வலி, மாரடைப்பு, மூலநோய், சொறி சிரங்கு, மேக ஊறல் மாறும். பால் சர்க்கரை கலந்து கொடுக்க வலிமையின்மை, ஆண்மைக்குறைவு, காசம், காமாலை, கழிச்சல், வயிற்றுவலி போகும். கிழங்கைப் பொடி செய்து பால், சர்க்கரை கலந்து சாப்பிடப் பெண்களுக்கு உண்டாகும் வெள்ளை, குருதிச்சிக்கல் போகும். தண்ணீர்விட்டான் கிழங்கு சேர்த்துப் பொடித்துத் தேன் அல்லது வெண்ணெயில் குழைத்துச் சாப்பிட முதுமையால் ஏற்படும் தளர்ச்சி போகும். நிலப்பனைச்சாறு, தண்ணீர்விட்டான் கிழங்குச்சாறு, நெய் ஆகியவற்றைச் சம அளவு எடுத்து அடுப்பிலிட்டு எரித்து வடித்துக் காலை, மாலை உட்கொள்ள எலும்புருக்கி நோய், வெப்பம் போகும். நிலப்பனைக் கிழங்கு, சீந்தில் சர்க்கரை, பூனைக்காலி, நெருஞ்சில், இலவம்பிசின், நெல்லி வற்றல் ஆகியவற்றைச் சம அளவில் எடுத்துக் கலந்து பாலுடன் உட்கொள்ள ஆண்மை பெருகும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நிலம் திருத்தல்

நீரின் இயக்கத்தால் மண் அரிமானம் மூன்று வகைகளில் நிகழ்கிறது. ஒரே சீரான வாட்டமுள்ள நிலத்தில் ஓடு நீருடன் மெல்லிய தகடு போன்ற மேல் மண் இடம் பெயர்வதைப் பரப்பு மண் அரிமானம் (sheet erosion) என்பர். நிலப்பரப்பின் மீது ஓடுநீர் குறிப்பாகத் தாரைகளில் செரியும் சூழ்நிலையில் விரவிகள் (rills) தோன்றுகின்றன. இவ்விரவிகளில் தொடர்ந்து ஓடுநீர் பாயும்போது அவற்றின் ஆழமும் அகலமும் விரிந்து பெருகி ஓடைகள் உண்டாகின்றன. ஓடைகள் நிலத்தைப் பல சிறு துண்டுகளாகப் பிரித்துப் பண்படுத்த இயலாத நிலையும் உருவாகலாம். ஓடைகள் மூன்று கட்டங்களில் வளர்ந்து பின்னர் உறுதியான் நிலையை அடைகின்றன. ஓடை உண்டாகாதவாறு தடுத்திடவும், ஓடை மிகுந்த நிலத்தைத் திருத்திடவும் தக்க உத்திகளை அறிதல் வேளாண்மை மேம்பாட்டிற்கும் வேளாண் உற்பத்திப் பெருக்கத்திற்கும் பேருதவியாக இருக்கும்.

பொதுவாக மண்ணின் ஆழத்தைப் பொறுத்து ஓடையின் ஆழ, அகலங்கள் வேறுபடுகின்றன. மண்ணின் ஆழம் குறைந்துள்ளபோது ஓடையின் அகலம் கூடுதலாகும். மண்ணின் ஆழம் மிகுந்திருப்பின் ஓடையின் ஆழமும் மிகுந்திடும். இதன் கரைகள் ஏறத்தாழச் செங்குத்தாக இருக்கும். இங்குள்ள மண்ணில் நுண் துகள்கள் மிகுதியாக இருக்கும். தமிழ்நாட்டின் தஞ்சாவூர், தென் ஆர்க்காடு மாவட்டங்களில் படிமண் (alluvial soil) காணப்படுகிறது. செம்மண் நிலங்களில் மிகுந்த நீர் மண் அரிமானத்தால் ஓடைகள் பெருகியுள்ளன. படிமண் உள்ள நிலத்தில் தோன்றும் ஓடைகள் ஆழம் மிகுந்ததும், அகலம் குறைந்தும் உள்ளன. இவை கெடில்கள் (ravines) எனப்படும்.

உத்திரப்பிரதேசம், குஜராத், மத்தியப் பிரதேசம் ஆகிய மாநிலங்களில் கெடில்கள் மலிந்துள்ளன. ஆறுகளின் கரைகளிலுள்ள விளை நிலங்களில் கெடில்கள் பரவிச் சிறுசிறு துண்டுகளாக வேளாண்மைக்கு உதவாத பாழ்நிலமாக்கியுள்ளன. இவை ஆழம் மிகுந்து, செங்குத்தான கரைகளுடன் தொடர்ந்து மண் அரிமானத்திற்கு ஆளாகி, மேன்மேலும் அளப்பரிய நீரும் மண்ணும் அழிகின்றன. இங்குப் போக்குவரத்துக்கு வசதிகள் குறைவு; வேளாண்மை செய்யவும் இயலாது. ஒவ்வோர் ஆண்டும் கெடில்களின் ஆழம் அதிகரித்தவாறு உள்ளது. இதை ஒத்து இங்கு நீர்த் தளத்தின் ஆழமும் கூடிக்கொண்டே இருக்கும். இவ்விரு வகைகளும் பொதுவாக ஓடைகள் என்றே குறிப்பிடப்படுகின்றன.

ஓடை வகை. ஓடைகளை நீளம், அகலம், நீர் தருநிலம் என்னும் அடிப்படையில் வகைப்படுத்தலாம். மேலும் இவற்றின் உருவ அமைப்பின்படி நீண்டது, குவிந்தது, கலந்தது, வலை வடிவமானது என வகைப்படுத்தலாம். ஓடையின் தலைப்பின் தன்மைகளைக் கொண்டு குறுகிய மற்றும் கூர்மையானது, அரை வட்ட வடிவானது, வழிமுகம் கொண்டது, பல கிளைகளுடையது எனவும் வகைப்படுத்தலாம். நெடிய ஓடைகள், ஓடை வளர்வதன் தொடக்கக் கட்டத்தை, அதாவது முதல் மற்றும் இரண்டாம் நிலைகளைக் குறிக்கும். தொடர்ந்து பல நூறாண்டுகள் நிகழும் ஓடை வளர்ச்சியைக் குவிந்த மற்றும் கலந்த உருவம் சுட்டும். செங்குத்தான அல்லது குடைவுடைய கரை, இதை அடுத்துள்ள நல்ல நிலத்தை அரித்திடும் வகையில் வளரும் நிலையைக் குறிக்கும்.

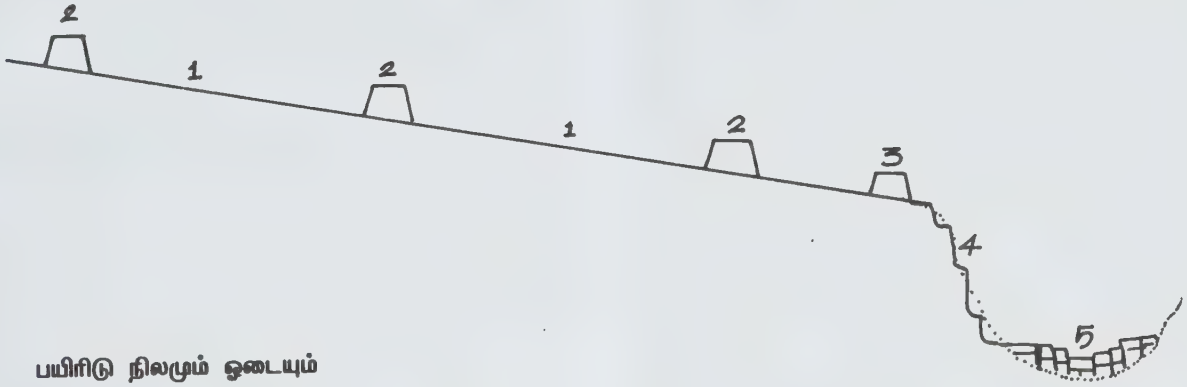
ஓடை நிலம் திருத்தல். நீர் தரு நிலத்தில் நீர் சரிவதால் ஓடைகள் தோன்றுகின்றன. எனவே இங்கு மண் நீர் வளம் பேணும் பணிகள் மேற்கொண்டு

ஓடைகளில் நீர் சேரும் அளவைக் குறைக்கலாம். நிலம் உறிஞ்சியதுபோக எஞ்சிய நீரைப் பாதுகாப்பாகப் பள்ளத்தாக்குகளில் செலுத்திட வேண்டும். நீர் தரு நிலத்தின் கடைப்பகுதியில் ஓடை உள்ளது. இதில் தலைப்பு, கரை, படுகை என்னும் பகுதிகள் உள. எனவே இவற்றையும் உரிய முறையில் திருத்துவதே சிறப்பாகும். மழைநீர் மேல் நிலப்பரப்பின் மீது தொடர்ந்து ஓடுவதைத் தடுத்திடச் சமதளக் கால்வாய், படிமட்டம், வரப்பு முதலியவற்றை அமைக்க வேண்டும். இதனால் மழைநீரின் பெரும்பகுதி நிலத்தில் உறிஞ்சப்படுகிறது. நிலத்தின் எல்லைப் பகுதியில் விளிம்பு வரம்பு அமைத்து, கிடைப்பகுதியில் ஓடு நீரை மட்டுப்படுத்தலாம். அல்லது சில சூழ்நிலைகளில் ஒதுக்கு கால்வாய் (diversion channel) அமைத்து ஓடையில் நீர் சரிவதைக் குறைக்கலாம். ஓடையின் கரை செங்குத்தாக ஒழுங்கின்றி இருப்பின் இப்பகுதியில் படிமட்டங்கள் அமைத்திடப் போதிய நிலம் இன்றேல் கரைகளில் உள்ள திட்டுகளை நீக்கிச் சமதளவாய்க்கால்கள் அமைக்கலாம். படிமட்டங்களின் தாங்கிகளிலும், சமதளவாய்க்காலின் அருகமைந்த சிறு வரப்புகளிலும் படர்ந்து வளரும் புல்வகைகளை நட்டு அரிமானத்தைத் தடுக்கலாம். விளிம்பு வரப்பிலிருந்து நீரைக் குழாய் வழிமுகம் (pipe outlet) மூலம் வெளியேற்றி நீர் தேங்குவதைத் தவிர்க்கலாம்.

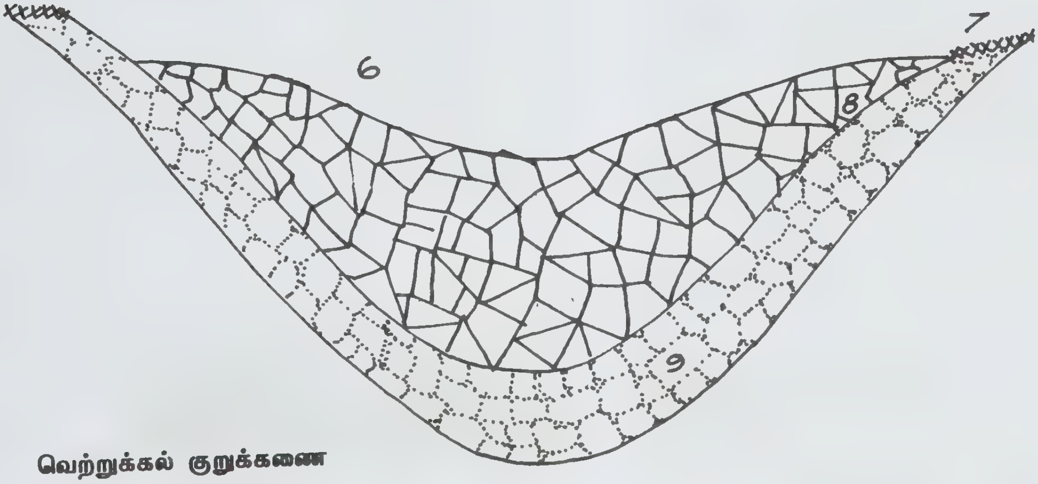
பயிரிடும் மேல் நிலத்தை அதாவது நல்ல நிலத்தையும், இதற்கும் ஓடைக்கும் இடையேயுள்ள நிலத்தையும் சீராக்கிய பின், ஓடையின் படுகையைச் செம்மைப்படுத்திட வேண்டும். இங்குள்ள திட்டுகளையும் பள்ளங்களையும் மண் நிரவி எந்திரம் மூலம் ஒழுங்குபடுத்திக் கரை அரிமானத்தால் குடைந்துள்ள பகுதியில் மண் அணைத்திடலாம். மேற்பகுதியிலிருந்து ஓடையை அடைந்த நீரை மெதுவாகப் பள்ளத்தாக்கில் பாயச்செய்ய வேண்டும். இதற்கு ஓடைத்தடைகள் (gully plugs) அமைக்க வேண்டும். ஓடைத்தடை, ஓடையின் ஆழம், அகலம், படுகையின் தன்மை, ஓடுநீரின் அளவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடும். ஓடையின் குறுக்கே குறிப்பிட்ட இடைவெளியில் மண், மரக்கொம்பு, மணல் மூட்டை, சிறுகல் அணை முதலியவற்றை அமைத்து ஓடுநீரை ஆங்காங்கே தடுத்து அதன் இயக்க வேகம் மட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதனால் ஓடுநீரின் விரைவு குறைந்து அதனுடன் கலந்த வண்டல் படிந்திடுவதுடன் மிகையான நீர் நிலத்தில் உறிஞ்சப்படுகிறது. சிறிய ஓடைகளின் குறுக்கே திருகுகள்ளி, கற்றாழை, நொச்சி, மூங்கில் ஆகியவற்றை அடர்த்தியாக நட்டு ஓடுநீரின் வேகத்தைக் குறைக்கலாம். ஆனால் இவை ஓடுநீரை தடுத்து நிறுத்தா. ஓடையில் அகலம் 3-5 மீ. இருப்பின் மூங்கில், கம்பு முதலியவற்றால் குறுக்கணை அமைக்கலாம். ஆனால் இவை இரண்டு பருவங்களுக்கு மட்டுமே பயன்படுமாதலால் நீடித்து உழைக்கா. நிலத்திலுள்ள கற்களை ஓடையின் குறுக்கே சிறு அணைபோலப் பாவலாம். இதன் நடுப்பகுதியில் நீர் வழிந்தோடும் வகையில் 2மீ. நீளமும் 30 செ.மீ. உயரமும் உள்ள வழி முகம் (spill way) அமைக்கலாம். மண் குறுக்கணை அமைத்து மிகுதியான நீரை 15 செ.மீ. விட்டமுள்ள குழாய் மூலம் வடிக்கலாம். இது 1 க.மீ. வரை நீரோட்டமுள்ள ஓடைக்குப் பயன்படும். வழிமுகத்தின் அளவை நீர் தரு நிலத்தின் நீரோட்டத்தின் அடிப்படையில் கணிக்கலாம். அகலம் மிகுந்த ஓடையின் குறுக்கே, கருங்கல்-செங்கல் ஆகியவற்றாலான குறுக்கணைகள் அமைக்கலாம்.

குறுக்கணை ஓடையின் இரு கரைகளிலும் நன்கு பொருந்துமாறும் நிலமட்டத்திற்குக் கீழ் மண்ணின் தன்மைகளுக்கேற்ப நிலத்தின் அடியில் பீடம் இருக்குமாறும் அமைப்பது நீடித்துழைக்க உதவும். இதற்கு அணையின் பக்கவாட்டத்திலும், அடிப்பகுதியிலும் 60 செ.மீ. உட்சென்றாவது கட்டடம் அமைக்கலாம். ஒவ்வொரு பகுதியிலும் உள்ள மண்ணின் கடினத்தன்மையையும், தாங்கும் தன்மையையும் பொறுத்து இது மாறுபடும். குறுக்கணை ஒரு புவிஈர்ப்பு அணையாகப் பயன்படுகிறது. மண் அரிமானத்தால் நீருடன் புரண்டு வரும் மண்ணையும் நீரின் வேகத்தையும் தாங்கும் ஆற்றலுடையதாக இவ்வணை செயல்பட வேண்டும். கால்நடைகளின் போக்குவரத்து, மனிதர்கள் நடமாட்டம் முதலியவற்றையும் இது தாங்கிட வேண்டும்.

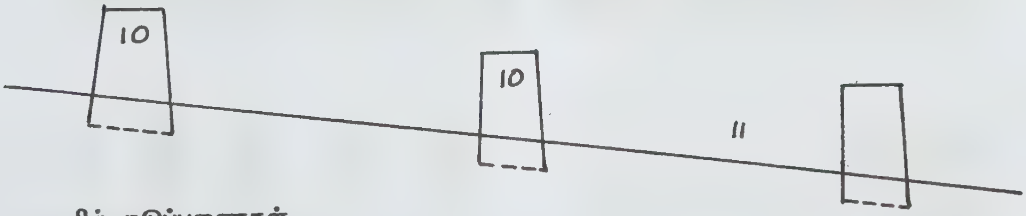
ஓடையின் குறுக்கே தடுப்பணைகள் அமைப்பதற்குச் சிறந்த இடம் இன்றியமையாதது. பொதுவாக ஓடையின் அகலம் குறைந்த பகுதியில் அணை அமைப்பது சிக்கனமாகும். இரண்டு ஓடைகள் கலக்குமிடத்திற்குச் சற்று அப்பால் கீழ்ப்பகுதியில் சுழலில்லாத இடத்தில் அணை அமைப்பது நலம். ஓடையில் உள்ள முதல் அணையின் அடிப்பகுதியும் அதை அடுத்துக் கீழே உள்ள மேற்பகுதியும் ஒரே மட்டத்தில் உள்ளவாறு அமைக்கலாம். மிக அருகில் குறுக்கணைகள் இருப்பின் செலவு மிகுதி. மிகத் தொலைவில் இருந்தால் எதிர்பார்த்த பயன் கிட்டாது. ஓடு நீரின் விரைவு மேலும் மண்ணைக் குடைந்திடாதவாறு ஆங்காங்கே தடுக்கும் அடிப்படை நோக்கத்தை அடையவேண்டும். குறுக்கணை மேற்பகுதியில் ஓடுநீரிலுள்ள மண் படிந்திடும்.



பயிரிடு நிலமும் ஓடையும்



வெற்றுக்கல் குறுக்கணை



ஓடையில் தடுப்பணைகள்

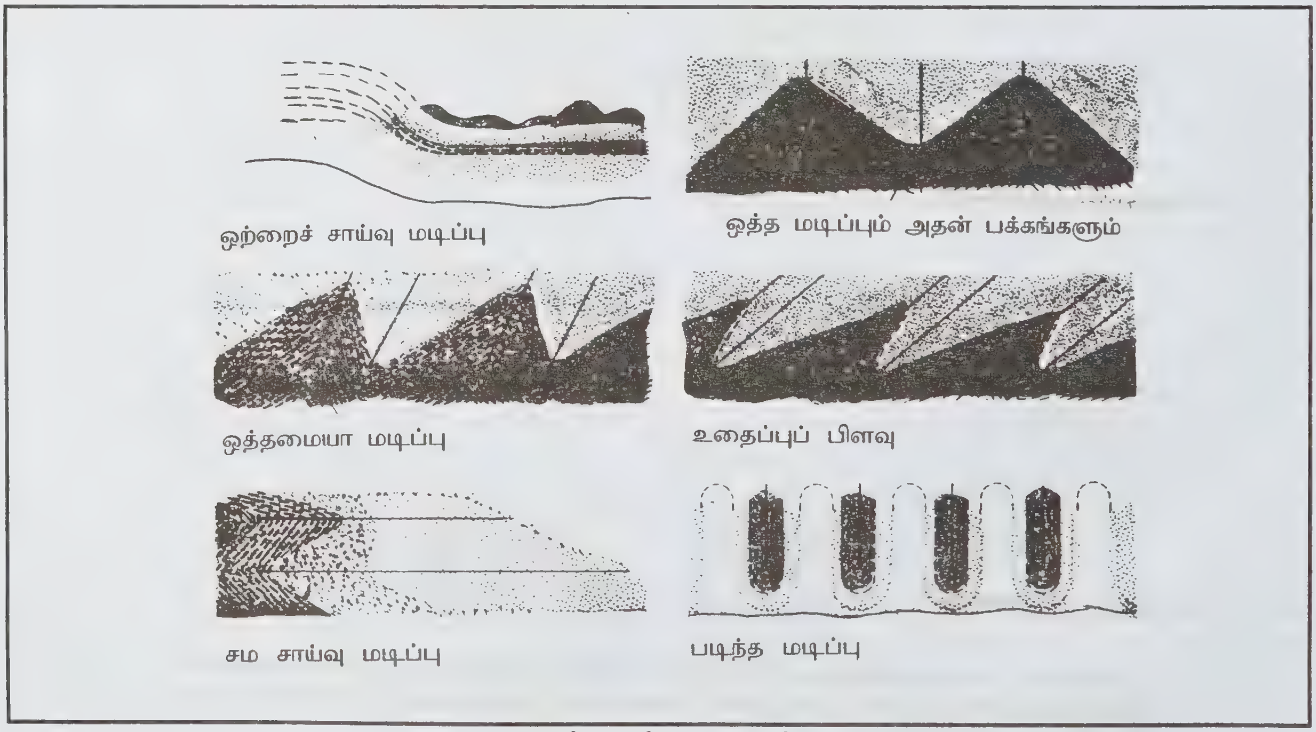
1.மேல்நிலம் 2.சமதளவரப்புகள் 3.விளிம்பு வரப்பு 4.ஓடைக்கரை 5.ஓடைப்பாதையில் தடுப்பணை 6.நீர்வழிமுகம் 7.ஓடைக்கரை 8.ஓடையின் படுகை 9.தரைமட்டத்தில் கட்டடம் 10.தடுப்பணைகள் 11.ஓடை

மிக நுண்ணிய வண்டல் தொடர்ந்து பாயும் நீருடன் கீழ்ப்பகுதியை அடையும். குறுக்கணைகள் இராத நிலையில் ஓடு நீர் எவ்விதத் தடையுமின்றி நீர் தரு நிலத்தின் கீழ்ப்பகுதியை அடையும். தடையின்றிப் பாயும் நீர் அதன் போக்கிலுள்ள நிலத்தை அரித்து, ஓடை மேலும் பெருகி, முன்னரே உள்ள வண்டல் மண்ணுடன் ஓடை அரிமானத்தினால் தோன்றும் வண்டலும் கீழ்ப்பகுதியில் உள்ள குட்டை அல்லது பாசனக்குளத்தை அடையலாம். தொடர்ந்து வண்டல் மண் படிந்தால் குட்டை, குளம் தூர்ந்து பயன்படாது போகும். சிறந்த முறையில் திட்டமிட்டு அமைக்கப்பட்ட குறுக்கணைகள் ஓடை அரிமானத்தைப் பெருமளவு மட்டுப்படுத்த ஒவ்வோர் அணையின் மேற்பகுதியும் வண்டல் படிந்து பல ஆண்டுகளில் படிமட்டமாகும். இப்பகுதியில் விறகுக்குப் பயன்படும் மரங்களான கருவேல், வெள்வேல், புங்கம், கனிமரங்களான இலந்தை, சீத்தாப்பழம், மாதுளை, தீவனத்திற்கு உதவும் புல் வகைகள், பசுந்தாள் உரப்பயிர்களையும் பயிரிடலாம். இங்குள்ள வளமான மண்ணும் ஈரமும் இப்பயிர்கள் செழித்து வளர உதவும். ஓடை நிலம் திருத்தல் என்பது மண் நீர்வளம் பேணும் திட்டத்தின் ஒருங்கிணைந்த கூறாகவே அமைந்தால் மட்டுமே முழுமையான பயன் கிடைக்கும். ஓடு நீர் குறுக்கணைகளால் தடுக்கப்பட்டுச் சிறிய தேக்கம் உண்டாவதால் நீர் அங்குப் பரவி நிலத்தினுட் சென்று ஓரளவு நில நீருக்கு ஆக்கமளிக்கும்.

- கே.ஆர். திருவேங்கடசாமி

நில மடிப்புகள்

புவியோட்டின் வலிமை குறைந்த பகுதியில் உள்ள படிவுப் பாறைகள் அமுக்க விசை அல்லது பக்கவாட்டத் தகைவினால் நெருக்கப்படுவதால் நாளடைவில் மடிப்புகள் **(folds)** தோன்றுகின்றன. இவை சாதாரணமாக அடுத்தடுத்து மேல் நோக்கியும், கீழ்நோக்கியும் மடிந்து காணப்படுகின்றன. மேல் நோக்கி மடிந்ததை மேல் வளைவு **(anticline)** என்றும் கீழ்நோக்கி மடிந்ததைக் கீழ் வளைவு **(synticline)** என்றும் கூறலாம். மடிப்பின் இருபுறத்திலும் சார்ந்து இருக்கும் அடுக்குகளை உறுப்புகள் **(limbs)** என்பர். உறுப்புகளைச் சமபகுதியாகப் பிரிக்கும் தளத்திற்கு மடிப்பு அச்சுத்தளம் **(axial plane)** என்று பெயர். இத்தளமும் அடுக்குத் தளமும் வெட்டும் கோடு மடிப்பு அச்சு **(axis)** எனப்படுகிறது. இதனைக் கீழுள்ள படத்தில் காணலாம்.



படம். மடிப்பு வகைகள்

மடிப்பு வகைகள். அமுக்க விசையின் தன்மைக்கேற்ப நில மடிப்புகள் அமைப்பில் வேறுபடுகின்றன. மேல் வளைவில் இரண்டு உறுப்புகளின் சாய்மானக் கோணங்கள் சமமாக இருப்பின் அம்மடிப்பு சமச்சீர்மடிப்பு அல்லது ஒத்தமடிப்பு (symmetrical fold) எனப்படும். இத்தகு ஒத்தமடிப்பு அரியதாக உள்ளது. மடிப்பு உறுப்புகளின் சாய்மானக் கோணம் சமமாக இல்லையெனில் இரண்டு உறுப்புகளில் ஒன்று சரிவு மிகுந்ததாக இருக்கும். இம்மடிப்பைச் சமச்சீரற்ற மடிப்பு அல்லது ஒத்தமையா மடிப்பு (asymmetrical fold) என்பர். விசை செயற்படும் திசையில் சாய்வு மிகுதியாவதால் இவ்வமைப்புத் தோன்றுகிறது. அதாவது, விசை வந்த திசையிலுள்ள உறுப்பு மென் சரிவைக் கொண்டிருக்கும். விசை மேலும் அதிகமானால் மடிப்பின் ஓர் உறுப்பு உந்தப்பட்டுச் செங்குத்தாக அமைகிறது. இது ஒற்றைச் சாய்வு மடிப்பு (monoclinal fold) எனப்படுகிறது. இத்தகைய மடிப்பு இந்தியாவில் காசி மலையிலும், சிலட் சமவெளியிலிருந்து வடக்கில் சிரபுஞ்சி பீடபூமி வரையிலுள்ள பகுதிகளிலும் காணப்படுகிறது. ஒற்றைச் சாய்வு மடிப்பு மேலும் உந்தப்படும்போது அதன் உறுப்புகள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக அமைகின்றன. இது சமச்சாய்வு மடிப்பு (isoclinal fold) எனப்படுகிறது. இவ்வாறு ஒரே திசையில் சாய்ந்திருக்கும் உறுப்புகளைக் கொண்ட மடிப்பைத் தலைகீழ் மடிப்பு (overfold) என்றும் கூறுவர்.

உந்துவிசை மேலும் தொடர்ந்தால் சமச்சாய்வு மடிப்பு கிடையாக அமையும். இது படிந்த மடிப்பு (recumbent fold) எனப்படுகிறது. படிந்த மடிப்பில் விசை மேலும் அதிகரித்தால் மடிப்பில் ஓர் உறுப்பு உதைப்புத் தளத்திலேயே (thrust plane) உடைந்து முன்னோக்கித் தள்ளப்படுகிறது. சில சமயம் அது நீண்ட தொலைவிற்கு உந்தப்படுவதுண்டு. இவ்வாறு மடிப்பின் அடுக்குகள் பிரிந்து இடம் பெயரும் அமைப்பை இடிப்பு உதைப்புப் பிளவு (Nappe or over thrust fault) எனலாம். உதைப்புப் பிளவால் கீழ் உறுப்பிலுள்ள அடுக்குகள் தலைகீழாக மாறி அமைந்திருக்கும். இத்தகைய மடிப்புகளும் உதைப்புப் பிளவுகளும் இமயமலையில் காணப்படுகின்றன. உதைப்பு விசை மிக அதிகமாக இருக்கும்போது பாறைகள் அடுக்கான பாளங்களாக உடைகின்றன. இவை அடுக்குப் பிளவுகள் எனப்படும். ஒரே மடிப்பில் பல சிறு மடிப்புகள் தோன்றினால் அவை பல மடிப்பு மேல் வளைவு என்றும், பன்படிப்புக் கீழ்வளைவு என்றும் குறிக்கப்படுகின்றன.

- மு. இராமசந்திரன்

துணைநூல். சி. விசுவநாதன், *புவி அமைப்பியல்,* தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம், சென்னை, 1978.

நில மதிப்பீடு

நிலத்தின் பல தன்மைகளையும் ஆய்ந்து, அவற்றை எவ்வவ் வகையில் பயன்படுத்த இயலும் என அறிவதே நில மதிப்பீடு (land evaluation) எனப்படும். நிலம் வேளாண்மை, கால்நடை வளர்ப்பு, வன வளர்ப்பு, நீர் திரட்டல், மீன் வளர்ப்பு, சுற்றுலா, வனவிலங்குப் பேணல் போன்ற பலவகையான நோக்கங்களுக்கும் பயன்படும். ஒரு நிலத்தின் பல வளங்களின் அடிப்படையில் அதன் பயன்களைச் சீர்தூக்குதல் இதன் அடிப்படை. தீவிரச்சாகுபடிக்கு ஒரு சில கூறுகளும், மேய்நிலத்திற்குச் சிலவும், உல்லாச நிலத்திற்குச் சிலவும், வன வளர்ப்புக்குச் சில வகைக் காரணிகளும் தேவை. இவற்றுள் பல்வேறுபட்ட நிலைகள் நிலவுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாகப் பருத்தி, புகையிலை, மிளகாய் போன்ற பயிர்கள் உப்பு நிலையைத் தாங்கி வளர்பவை. ஆனால் கனி வகைகள் (மாதுளை தவிர) உப்பு நிலத்தில் நன்கு வளரா. பயிர் செய்யும் நுட்பத்திற்கேற்றவாறு சாகுபடி அமைதல் வேண்டும். பண்ணைப் பாசனம் மேற்கொள்ளும் நிலம் சமமாக இருக்க வேண்டும். ஆனால் தெளிப்பு மற்றும் சொட்டுப்பாசனம் செய்யும் நிலம் சமமாக இருக்க வேண்டியதில்லை.

நில மதிப்பீடு என்பது நிலம், நிலப்பயன், பொருளாதாரம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்துள்ளது. நில அளவி, மண் அளவி மூலம் நிலம் பற்றிய விபரங்களை அறியலாம். பொருளாதார மதிப்பீட்டிற்குப் பல செய்கைகளின் செலவும் பொருள்களின் விலையும் இன்றியமையாதவை. இயற்கை வளங்களைப் பயன்படுத்தும் விதமும் அதன் விளைவும் குறிப்பிடத்தக்கவை. வரைபடங்களில் மண் வகை, தாவரம் ஆகியவற்றைச் சார்ந்த சுற்றுச் சூழல், வானிலை விபரங்களான வெப்பம், மழை அளவு வேறுபாடு போன்ற நிலைகளையும் குறிப்பிடுதல் வேண்டும். இவ்விபரங்கள் ஒரு நிலத்தினை எவ்வாறு பயன்படுத்த வேண்டும் என்று குறிப்பிடுவதில்லை. எனவே நிலத்திட்டம் மற்றும் வேளாண்மைக்கு, மண்ணின் தன்மை, தாவரம், வானிலை ஆகியவற்றைப் பல்வகை நிலைப்பயன்களின் தேவைகளுடன் தொடர்புப்படுத்திக் காண்பது அடுத்த கட்டமாகும். நிலப்பயன்களின் தேவைகளையும் நிலத்தின் தன்மைகளையும் ஒப்புநோக்கி ஒவ்வொரு வகையான நிலத்திற்கு ஒவ்வொரு வகைப் பயனை மதிப்பிடுவதே நிலமதிப்பீட்டின் அடிப்படையாகும்.

மண் அளவியும் நில மதிப்பீடும் பெருமளவு நெருங்கிய தொடர்புடையவை. தனிப்பட்ட நோக்கத்திற்காக

மேற்கொள்ளப்படும் மண் அளவில் குறிப்பிட்ட நிலப்பயன் பற்றிய நில மதிப்பீடும் அடங்கியிருக்கும். பொதுவான மண் அளவியில் தீவிர வேளாண்மை செய்திடுவதற்கான திட்டம் பற்றிக் குறிப்பிடுவதுண்டு. நில மதிப்பீட்டிற்குப் புவி அமைப்பியல் (geomorphology), வானிலை, நீரியல் (hydrology), தாவரங்கள் ஆகிய இயற்கை வளங்களையும் கணக்கிடுதல் வேண்டும். இயற்கைப் புல்வெளிகளில் மேய்ச்சல் பற்றி மதிப்பிடச் சூழல் திட்ட அறிக்கை தேவை. சில பகுதிகளில் முன்னரே மண் ஆய்வு செய்து முடிக்கப்பட்டிருக்கலாம். சேகரிக்கப்பட்ட விபரங்களை முழுமையாக ஆய்ந்து நிலத்தைப் பல நோக்கங்களுக்குப் பயன்படுத்தத் தேவையான வழிமுறைகளை மேற்கொள்ள வேண்டும்.

நில மதிப்பீடு நாட்டுப்புறத்திற்கும், அதன் ஓரப்பாங்கு (fringes) நிலத்துக்கும் பொருந்தும். நகர்ப்புற நில மதிப்பீட்டில் சொத்து மதிப்பு, குடக்கூலி (rental) நகரங்களிலுள்ள கட்டடங்கள், நிலப்பரப்பு ஆகியவற்றின் மதிப்பு அடங்கும். நாட்டுப்புற நில மதிப்பீட்டின் சில கூறுகள் நகர்ப்புற நிலத்திற்குப் பொருந்துவனவாயினும், இவ்விரண்டும் வேறுபடுவது மறுக்க முடியாது. திட்ட மதிப்பீடு என்பதில் நில மேம்பாட்டின் கட்டம், அதன் பொருளாதார உறுதிப்பாடு, நடைமுறைப் பொருத்தம், திட்ட இசைவு ஆகியவை அடங்கும். நாட்டுப்புற நில மேம்பாட்டுத் திட்டமாயின், திட்ட மதிப்பீட்டில் நில மதிப்பீடு பெரும் பங்காற்றினாலும் இது ஒன்றே முதன்மையாகாது.

வரையறை. நிலத்தைப் பயன்படுத்துவதில் உள்ள இயற்பியல் சுற்றுச்சூழல் தனிமங்கள் (elements) அனைத்தும் நிலம் என்பதில் அடங்கும். இதில் மண் மட்டுமன்றிப் புவியியல் தன்மைகள், நில அமைவுகள், வானிலை, நீரியல், தாவரங்கள், விலங்குகள், நோய்த் தோற்றுவிக்கும் பூச்சிகள், நுண்ணுயிரிகள் முதலியவையும் சேரும். காடுகளை அழித்துக் கழனியாக்கிய பகுதி மற்றும் கடல் நீர் விலகிய பகுதியில் மனிதச் செயல்பாடுகளும் அடங்கும். முன்காலத்தில் நிலத்தைச் சிறப்பாகப் பயன்படுத்தத் தவறியமையால் விளைந்த மண் அரிமானம், சீரிழந்த தாவரங்கள் அனைத்தும் சேர்த்துக் கொள்ளப்பட வேண்டும். பொருளாதார, சமூகவியல் தன்மைகள் நிலத்துடன் சேரா. நிலப்பட அலகில் (mapping unit) நிலத்தின் குறிப்பிட்ட தன்மைகள் விளக்கப்படும். இயற்கை வள அளவுகள் அடங்கிய நிலப்படம் நில மதிப்பீட்டிற்கு அடிப்படையாக அமைகிறது. இயற்பியல் தன்மைகள் ஒரே சீராகவுள்ள பகுதி, ஒரு வரை அலகாகும். மண் குழுமங்கள், மண் நிரல்கள் அல்லது கட்டடங்கள், பலவித புவி அமைவு அலகுகள், மண் நில அமைவுக் குழுமங்கள், தாவர வரைபட அலகுகள் அல்லது நில முறைமைகள் முதலியவற்றை நில மதிப்பீட்டுக்குரிய வகையில் பயன்படுத்திடலாம்.

மனித இயக்கத்தால் நிலத்தின் பயன் மாற்றப்பட்டிருப்பின் அங்கு மேற்கொள்ள வேண்டிய பணி, சிறிய, பெரிய அளவு என்று வகுக்கப்படுகிறது. பெரும் பொருட்செலவில் என்றும் நிலைத்திருக்கும் மேம்பாட்டைப் பெரும் நில மேம்பாடு என்பர். நில வடிகால், கடல்நீர் சூழ்ந்த நிலத்தைத் திருத்தல் போன்றவை இதற்கு எடுத்துக்காட்டு. இம்மேம்பாட்டுப் பணிகளை ஆற்றிய பின்னர் இந்நிலம் மிகவும் சிறந்து விளங்கும். சிறிய மேம்பாடு நெடுநாள்கள் நிலையாது. இதற்கு முதலீடும் குறைவு. எ-டு: சீரிழந்த நிலையிலுள்ள மேய் நிலத்தில் மீண்டும் புல் விதைத்தல்.

நிலத்தைப் பயன்படுத்தும் வகையும் கவனிக்கப்பட வேண்டியதாகும். நிலத்தைப் பயன்படுத்தும் அளவும், தீவிரமும் ஆராயப்பட வேண்டும். வான் பயிர்களாக மக்காச் சோளமும், புகையிலையும் விளையும் நிலத்தையும் மரப்பயிர் கேளிக்கைப் பூங்கா உள்ள நிலத்தையும் ஒன்றாக மதிப்பிடாது தனித்தனியாகக் கணிக்க வேண்டும். சில சமயம், ஒரே நிலப்பகுதியில் ஒரே பருவத்தில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பயிர்களை விளைவிப்பதுண்டு. இது பன்மடங்குப் பயன் (multiple land use) எனப்படும். எ-டு: மரப்பயிர் நட்ட நிலத்தில் கால்நடை மேய்த்தல், மென்கட்டை உற்பத்தி, கேளிக்கைக்குப் பயன்படுத்துதல். நிலத்தின் மேற்பகுதியில் நல்ல வடிகால் அமைத்துப் பள்ளத்தாக்குப் பகுதியில் புல் விளைவிக்கலாம். இது கலந்த நிலப்பயன் (compound land use) ஆகும். இவ்விரு பகுதிகளும் ஒரே அலகாக மதிப்பிடப்படுகின்றன.

நில மதிப்பீட்டு வகை. நில மதிப்பீட்டைத் தரமாகவும், இயற்பியல் அளவாகவும், பொருளாதார நிலையாகவும் குறிப்பிடலாம். மிகவும் சிறந்த வகையில் பயன்படுவது, மிதமாகப் பயன்படுவது, குறைந்த அளவு பயன்படுவது, பயன்படாதது என வகுக்கலாம். இதில் குறிப்பிட்ட பயிரைச் சாகுபடி செய்வதில் விளையும் வருவாய் அடங்காது. ஒரு நிலத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட பயிரைச் சாகுபடி செய்வதில் விளையும் வருவாய் மற்றும் இழப்பின் அடிப்படையில் அந்நிலம் அப்பயிருக்கு ஏற்றது அல்லது ஏலாதது என்று கூறப்படும். மிக விபரமான ஆய்வுகளுக்குத் தோராயமான அளவியல், தன்மை

மதிப்பீடு ஆகியன மேற்கொள்ளப்படும். சமுதாய, சுற்றுச்சூழல், பொருளாதார வகையில் பல்வேறு காரணிகளை ஒன்றாக இணைத்திட இது உதவும். மிகவும் முன்னேறிய பகுதிகளில் தன்மை மதிப்பீடு மிகுதியும் பயன்படுவதில்லை. ஆனால், மேம்பாடு அடையாத பகுதிகளில் முன்னேற்றம் ஏற்படும் வாய்ப்புகளை எடுத்துக்காட்ட இது உதவும்.

அளவை மதிப்பீடு என்பது எதிர்பார்க்கும் உற்பத்தி, வருவாய் முதலியவற்றின் அளவைக் குறிக்கும் தன்மையுடையது. எ-டு: ஒரு பயிரின் விளைவு, மேய்ச்சல் நிலத்தில் உற்பத்தியாகும் மாட்டிறைச்சி, முடி, மரம் வளரும் அளவு, கேளிக்கை அளவு ஆகியவை. இடுபொருள்களின் அளவுகளையும் தெளிவாகக் குறிப்பிட வேண்டும். எ-டு: உர அளவு, ஆள்வினை நாள்கள், பூச்சிகொல்லி மருந்து. இதற்குப் பொருளாதாரம் பின்னணியாக அமைகிறது. பொருளாதார மதிப்பீட்டின் அடிப்படையாக அளவை மதிப்பீடு அமைகிறது. சில சமயம் பலவகையான மரங்களின் வளர்ச்சியின் அளவு மதிப்பிடப்படுகிறது. இதற்குப் பலவகையான ஒப்புமை இருப்பதில்லை. பயிர் உற்பத்தியை ஒப்புநோக்க அதன் கூட்டு மதிப்பை அடிப்படையாகக் கொள்ளலாம். ஆனால் வளர்ச்சியடைந்த மரத்தின் அளவைத் தானியம் விளைந்த அளவுடன் எளிதில் ஒப்பிட இயலாது. ஆனால் பொருளாதாரப் பாங்கில் மட்டும் ஒப்பிடலாம். ஆகவே உற்பத்தியின் மதிப்பைக் கொண்டே பல விளைபொருள்களை ஒப்பிட முடியும். விளைந்த ஆதாயங்களைப் பொருளாதார ஊகத்தின் **(economic assumptions)** மூலம் மதிப்பிடலாம்.

பொருளாதார மதிப்பீடு என்பதில் ஒவ்வொரு நடவடிக்கையிலும் செயல்பாட்டிலும் பெற்ற வருவாயும் இழப்பும் இன்றியமையாதவையாகின்றன. அளவை மதிப்பீட்டின் ஒவ்வொரு விபரத்திற்கும் பணப்பெறுமானம் அளிக்கப்பட்டு, இடுபொருள்களின் பெறுமானம் மற்றும் உற்பத்தியின் மதிப்பு கணக்கிடப்படும். பொருளாதார மதிப்பீடு என்பது சுற்றுச் சூழல், சமூகவியல் போன்றவற்றையும் ஒருங்கிணைத்துத் தீர்வு காணப் பயன்படுகிறது. அனைத்துத் திட்டங்களின் முடிவுகளுக்கும் பொருளாதார நில மதிப்பீடு எக்காலத்திலும் பணப் பெறுமானமாகும். மதிப்பீடு மேற்கொள்வோர் அந்த நேரத்தில் நிலவும் பொருள்களின் விலையையோ உத்தேச விலையையோ **(shadow price)** கொண்டு மதிப்பிட வேண்டும்.

மதிப்பீடு செய்வதில் ஒரு நிலத்தின் பொதிந்த **(potential)** மற்றும் நடப்புத் **(current)** தகுதிகளைக் கவனிக்க வேண்டும். நடப்பு நிலத்தகுதி **(current suitability)** என்பது பெருமளவு மேம்பாடு இராத தற்போதைய பெறுமானமாகும். பெருமளவில் மேம்பாட்டுப் பணிகள் மேற்கொண்டபோது அந்நிலத்தின் மதிப்பைப் பொதிந்த நிலத்தகுதி என்பர். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு நிலம் தற்போது வான்பயிர் நிலமாக இருக்கலாம். கிணறு அமைத்தோ வாய்க்கால் மூலமோ இந்நிலம் பாசன வசதி பெறுமாயின் இதன் மதிப்பு பலமடங்கு உயரும். இவ்வாறு மதிப்புப் பெறுவதன் அடிப்படையில் நில மேம்பாட்டிற்கு முதலீடு செய்வது தீர்மானிக்கப்படும்.

நில மதிப்பீட்டின் நோக்கம். நிகழவிருக்கும் மாற்றத்தால் விளையும் பயனை முன்னறிவிப்பதே நில மதிப்பீட்டின் அடிப்படை நோக்கம். ஒரு நிலத்தில் தீவிர வேளாண்மையோ, கால்நடை வளர்ப்போ முன்னரே நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கும்போது, மதிப்பீடு தேவைப்படுவதில்லை. இதைப் போன்றே வான் பயிர்களின் வளர்ச்சி பற்றி அப்பகுதியில் உள்ள அலுவலர்கள் நன்கு அறிந்திருப்பர். தற்போது ஒரு நிலம் பயன்படும் விதத்தை மாற்ற எண்ணும்போது நில மதிப்பீடு தேவையாகிறது. இயற்கைத் தாவரங்கள் மிகுந்த நிலத்தில் வேளாண்மை உத்திகளான தெளிப்பு அல்லது சொட்டுப் பாசனம் அறிமுகப்படுத்துதல், மனித, கால்நடை ஆற்றலுக்குப் பதிலாக எந்திரங்களால் வேளாண்மை செய்தல் ஆகிய மாற்றங்கள் மேற்கொள்ள எண்ணும்போதும் நில மதிப்பீடு இன்றியமையாதது. இம்மாறுதல்களை நிலம் ஏற்கும் தகுதி, இடுபொருள், தேவையான மேலாண்மைச் செயல்பாடு, உற்பத்தி, ஏனைய வருவாய், இம்மாற்றங்களால் சூழ்நிலையில் ஏற்படும் பாதிப்பு பற்றி முன்கூட்டி அறிதல் வேண்டும். சில சீரிழந்த நிலத்தில் உண்டாகும் மண் அரிமானம் போன்ற தீங்குகளையும் கூறவியலும். நில மதிப்பீட்டின் விபரங்கள் இயற்பியல், பொருளாதார, சமூகவியல் சூழலுக்கேற்பவும், பயன்படுத்துவோரின் நோக்கங்களைப் பொறுத்தும் மாறும்.

நில மேம்பாடு அல்லது மேலாண்மையில் பெருமளவு மாற்றம் செய்யப் பொது மதிப்பீடு தேவையானது. பாசனத்தை அறிமுகப்படுத்தி, நிலம் மேம்படும் ஒவ்வொரு கட்டத்தையும், புதிய மேலாண்மையுடன் தொடர்புடையதாக்க வேண்டும். விபரமான மண் அளவுத்திட்டம் இதற்கு அடிப்படைத் தேவை. இதில் நிலச்சாய்வு நிலை, வடிகால், மண்துகள் பருமன், மெதுவாக நீர் ஊடுருவும் படிவு முதலிய இன்றியமையாச் செய்திகள் அடங்கும். நில அளவைக்குத் **(field survey)** துணையாக ஆய்வுக்கூடத்தில்

மண்ணின் நீர் இறுத்தும் திறன், வாடுநிலை, ஈரம் முதலிய தன்மைகளை அறிந்திட வேண்டும். இத்தன்மைகளின் அடிப்படையில் இப்பகுதியில் துணைப்பாசனம் செய்வதால் பயிரின் தன்மை மாறும் விதத்தை அறியலாம்.

பாசனம் செய்வதால் நீர் தேங்குதல், நீர் மெதுவாக இறங்கும் மண் கொண்டுள்ளமையால் மிகுந்த ஓடுநீர் உண்டாதல், மணற்பாங்கான நிலத்தில் மிகுதியாக நீர் ஊடுருவுதல், நீர் ஏற்றத்தினால் உப்புத் தன்மை தோன்றுதல் ஆகிய தீங்குகள் நேராது உழவர் எச்சரிக்கையாக இருக்க வேண்டும் என்று முன்கூட்டியே தெரிவிக்கலாம். பல பயிர்களுக்கு வேண்டிய திட்டமான நீர்த்தேவை, நீர்த்தட்டுப்பாடு நிகழும் நிலையில் பயிர் விளைவு குன்றுதல், மாற்றுப் பயிர்ச் சாகுபடி ஆகியவற்றையும் மதிப்பிடலாம். காலத்தில் பெய்த மழை அளவு மற்றும் வளிஇலை நீராவி (evapotranspiration) விபரங்கள் கிடைத்தால், அளவை மதிப்பீடு செய்யலாம். மழை பெய்வது குறைந்து, வறட்சி தோன்றும் மறுகால இடைவெளி (frequency), அதன் தீவிரம், துணைப்பாசனத்தால் பயிர் உற்பத்திப் பெருக்கம் ஆகியவற்றை ஒவ்வொரு வகை மண் பயிர்ச் சேர்க்கைக்கும் கணக்கிடலாம். இவற்றிற்கான செலவையும் வருவாயையும் ஒப்பிட்டுப் பொருளாதாரப் பொருத்தத்தைக் கணிக்கலாம்.

நிலப்பயன் தேவைகளையும், நிலத்தின் தன்மைகளையும் ஒப்பிடுதல் நில மதிப்பீட்டின் அடிப்படையாகும். பல்வேறு வகையான நிலப்பயன்களுக்கும் வேறுபட்ட திட்டமான நிலைகளும், வரையறைகளும் உள்ளன. பல பருவப் பயிர்கள் (perennial crops) விளையும் நிலத்தில் ஆண்டு முழுவதும் மண் ஈரம் வாடு நிலைக்குள் (wilting point) தொடர்ந்து இருக்க வேண்டும். மக்காச் சோளத்தைவிடச் சோளப்பயிர் ஓரளவு வறட்சி தாங்கக்கூடியது. ஆகவே நிலம் எவ்வகையாகப் பயன்படப் போகிறது என்பதனைத் தெளிவாகக் குறிப்பிடுதல் வேண்டும். தோராய மதிப்பீட்டில் ஒருபருவப்பயிர், பலபருவப்பயிர், வன நடவு என்று பெரு நிலப்பயனைக் குறிப்பிடலாம். மதிப்பீட்டின் அளவும், தீவிரமும் மிகுதியாகும்போது, நிலப்பயனைத் தெளிவாகவும், விபரமாகவும் விளக்கிட வேண்டும். மதிப்பீட்டில் இடு பொருள்களின் தேவைகளும் கண்டுமுதலும் ஒப்பிடப்படுகின்றன. கண்டுமுதல் என்பது தானியம், இறைச்சி, முடி, பால் பொருள், மரம், கழிவகற்றம், கேளிக்கை வசதி, வனவிலங்குப் பேணுதல் போன்றவற்றைக் கொண்டிருக்கலாம். விதை, உரம், பயிர்ப் பாதுகாப்பு வேதிப் பொருள்கள், இழுவை எந்திரங்கள், கருவிகளுக்கு வேண்டிய எரிபொருள், பணியாளர் முதலிய கூறுகள் இடுபொருளாகும்.

நில மதிப்பீட்டில் பல மாற்றுப் பயன்கள் ஒப்பிடப்படுகின்றன. ஒரே ஒருவகைப் பயன்பாட்டின் பொருட்டு மேற்கொள்ளப்பட்ட மதிப்பீடு மிகு பயனளிக்காது. ஒரு நிலத்தைப் பல்வேறு பயன்களுக்கு உட்படுத்துவதால் விளையும் பயன்களை எடுத்துக் கூறுவதே நலம். ஒரு நிலம் தீவிர சாகுபடிக்கு மிகவும் ஏற்றதாக இருப்பின், அது பலபயிர்ச் சுழற்சிக்கும், வேறுபட்ட மேலாண்மைக்கும் ஏற்றதாக இருக்குமா என மதிப்பிடலாம். நில மதிப்பீடு பொருளாதார வகையிலும் கால வகையிலும் மாறும் தன்மையுடையது. வருவாய்-இழப்பு என்னும் அடிப்படையில் வகைப்படுத்தினால், சில காலத்திற்குப் பின்னர் விலையும், செலவும் மாறும்போது மதிப்பீடு தவறாகக்கூடும். எனவே, அளவியல் விபரங்களைத் தெளிவாகக் குறிப்பிடுவது சாலச் சிறந்தது. நில மதிப்பீடு என்பது நிலத்தைப் பயன்படுத்த இயலும் பல வகைகளையும் அவற்றால் விளையும் நன்மை தீமைகளையும் காட்டுவதாகும். எனவே நிலத்தைப் பயன்படுத்துவோர், அவர்தம் திறமை, முதலீடு செய்யும் ஆற்றல் முதலியவற்றுக்கேற்பச் சிறந்த வகைப் பயன்பாட்டைத் தேர்ந்து கையாளலாம்.

- கே.ஆர். திருவேங்கடசாமி

நில வடிவியல்

நிலக்கோளத்தின் புற அமைப்பையும், அதன் தோற்றம் மற்றும் வரலாற்று நிலை ஆகியவற்றையும் விவரிப்பதே நில வடிவியல் (geomorphology) ஆகும். இது இயற்பிய, வேதிச் செயல்முறைகளால் பாறைகள் அரிக்கப்பட்டு, அவற்றினால் உண்டான நிலத்தோற்றங்கள் அனைத்தையும் பற்றிய விபரங்களை அளிக்கிறது.

அரிப்புச் செயலால் மட்டுமன்றிப் படிதல் செயலாலும் நிலத்தின் வடிவியல் அமைகிறது. எனவேதான் நில வடிவியலில் இவ்விரு செயல்முறைகளும் விவரிக்கப்படுகின்றன. பாறைகள் அரிக்கப்பட்டு ஏற்படும் நிலத் தோற்றங்களை விளக்குவது நில வடிவவியலின் நோக்கமாகும். ஆறு, பனியாறு, காற்று, அலை போன்ற அரிப்புச் செயலால் பல நிலத் தோற்றங்கள் உருவாகின்றன. பாறையின் அமைப்பிற்கு ஏற்றவாறு நிலத்தோற்றம் மாறுதல் அடைவதைக்கொண்டு அவற்றிற்கு இடையேயுள்ள தொடர்பை விளக்குதல், காலந்தோறும் ஏற்படும் நிலத்தோற்ற மாறுதல்களை

விவரித்தல், நிலத் தோற்றத்திற்குக் காரணமான அரிப்புச் செயலை அறிதல் ஆகிய மூன்று கூறுகளை நில வடிவியல் அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. நிலத்தோற்ற வளர்ச்சியைத் தெளிவாக அறியப் பாறைகளின் அமைப்பு, கட்டமைப்பு, காலநிலையின் தன்மை, அரிப்புச் செயல், ஓட்டுரு வழிதல் (isotrophism) எரிமலைச் செயல் ஆகியவற்றையும் அறிந்திருத்தல் வேண்டும். இவற்றின் செயலால் உண்டாகும் நிலத்தோற்றங்களை அறிவதே நில வடிவியல் ஆகும்.

பாறையின் மடிப்பு, பிளவு, இவை மட்டுமல்லாமல் அதன் கடினத் தன்மையும் நிலத்தோற்றத்தைப் பெரிதும் பாதிக்கிறது. எ.டு: மழை பொழியும் பகுதிகளிலுள்ள சுண்ணாம்புப் பாறையில் தாழ் நிலத்தோற்றங்கள் ஏற்படும்போது வறண்ட பகுதியிலுள்ள சுண்ணாம்புப் பாறையில் உயர் நிலத்தோற்றங்கள் ஏற்படுதல். களிப்பாறை (shale), சுண்ணாம்புக்கல் (lime stone) ஆகிய மென்பாறைகள் மழை பொழியும் பகுதியில் இருப்பின் அங்கு மிகப்பெரிய பள்ளத்தாக்குகள் தோன்றுகின்றன. இதற்கு மாறாக மணற் பாறை (sand stone), குவார்ட்ஸ் சலவைக்கல் (conglomerate) ஆகிய கடினப்பாறை இருப்பின் அவை உயர்ந்த குன்றுகளாகக் காட்சியளிக்கும்.

வரலாறு. புவியியலாளர் நெடுங்காலத்திற்கு முன்னரே நிலத்தோற்றத்தைப் பற்றிய அறிவைப் பெற்றிருந்தனர். மலை, பீடபூமி, பள்ளத்தாக்கு, சமவெளி கொண்ட பல்வேறுபட்ட நிலத் தோற்றத்தைப் பற்றிய அறிவு அவர்களுக்கு ஓரளவே இருந்தது. 18ஆம் நூற்றாண்டில் முதன்முதலாகச் செய்த நில அளவை, நிலத்தோற்றத்தைப் பற்றிய அறிவு பெருக வழிவகுத்தது. 19ஆம் நூற்றாண்டில் அறிவியல் சார்ந்த வழிகளில் நிலத்தோற்றங்களின் அமைப்பும் காரணமும் தெளிவாகி, அதன் விளைவாகப் புறத்தோற்றம் பற்றிய நில வடிவியல் தோன்றியது. புவியின் மேற்பரப்பில் அமைந்த நிலத்தோற்றமே காலநிலை மாறுதல்களுக்கும், உயிரினங்களின் பரவலுக்கும், குடியிருப்பு, போக்குவரத்து, மனிதனின் பொருளாதார வளர்ச்சி ஆகியவற்றிற்குக் காரணம் என்று உணரப்பட்டது. நில வடிவியல் துறையில் முன்னோடியாக இருந்த அமெரிக்கா, பிரான்ஸ், ஸ்காண்டிநேவியா, நெதர்லாந்து, இத்தாலி முதலிய நாட்டவர்க்கு வழிகாட்டியாகவும் திகழ்ந்தது. இரண்டாம் உலகப் போரின்போது நிலத்தை ஆராய்வதற்கு வான் ஒளிப்பட (aerial photography) முறை பயன்படுத்தப்பட்டது. ஒளிப்படக் கருவியைப் பயன்படுத்தி எடுத்த நில வரைபடங்கள் (topography) நில வடிவியல் ஆராய்ச்சிக்குப் பெரிதும் உதவின. கடற்கரை அமைப்பு, கடலடித்தள அமைப்பு ஆகியன இராணுவத்தினருக்கும் பல்வேறு துறையினருக்கும் தெரிய வேண்டிய நிலை ஏற்பட்டமையால் கணித முறைப்படி நிலத்தோற்றங்களை நில அளவை செய்து நில வரைபடங்கள் (topographical maps) வரையப்பட்டன. 1950ஆம் ஆண்டிற்குப் பின்பு நிலத் தோற்றங்களை ஆராய்வதில் கணித முறை மிகுதியாகப் பயன்பட்டது.

- மு. இராமச்சந்திரன்

துணைநூல்: A.Sivamoorthy, *Geomorphology;* Govt. of Tamil Nadu, Chennai,1978.

நில வாகை

காண்க: சென்னா

நில வெப்பப் பாய்வு

நிலத்தின் உள்ளே மிக ஆழத்தில் செல்லச் செல்ல 30-35மீ. ஆழத்திற்கு 1ºC வீதம் வெப்பம் அதிகரித்துக் கொண்டே இருக்கும் என்னும் பொதுவிதியினை வெப்பச் சரிவு (heat gradient) என்பர். எரிமலைப் பகுதிகளில் இதுவே ஒவ்வொரு 10மீ ஆழத்திற்கு 1ºC என்னும் அளவிலும், விட்வாட்டர்ஸ்டேண்ட் தங்கச் சுரங்கம் அமைந்துள்ள தென்னாப்பிரிக்கப் பகுதிகளில் 100 மீ. ஆழத்திற்கு 1ºC என்னும் அளவிலும் உயரும். நிலக்கோளத்தின் முப்பெரும் பிரிவுகளில் அவற்றின் பலநிலை ஆழங்களில் உள்ள வெப்ப நிலைகளும், மலைத்தொடர் ஆக்கம், எரிமலைப் பகுதிகளிலுள்ள மிகுவெப்பம் ஆகியவற்றின் வெப்பநிலை அளவினை எட்ட வேண்டுமெனில் ஒரு நிலையில் வெப்பச் சரிவின் வீச்சளவு மாறுபடுவதும், பிற காரணிகளை ஏற்றுக்கொள்ளலும் இன்றியமையாதனவாகும்.

நிலக்கோளம் நாளும் குளிர்ந்து கொண்டே வருகிறது. இந்த வெப்ப வீழ்ச்சி நிலக்கோளத்தின் புறப்பரப்பின் வழியே வெளியேற்றப்படல் வேண்டும். மற்றும் நிலக்கோளத்தினுள்ளே பலநிலை ஆழங்களில் பல்வேறு வெப்ப நிலைகள் உள்ளமையும், பல திசைகளில் பல்வேறு ஆழங்களில் பல்வேறு வெப்ப நிலைகள் உள்ளமையும், பல திசைகளின் பல்வேறு இடங்களிலும் ஒவ்வொரு ஆழ்நிலையிலும் கூட வேறுபட்ட வெப்பநிலைகள் அமைந்துள்ளமையும் நன்கறியப்படும். பல்வேறு வகைப் பாறைகள் உருவாகும்போது பாறைக்

குழம்பின் வெப்பம் செலவாவதும் நிலக்கோளத்தின் உள்ளிருக்கும் பல்வேறுபட்ட பாறையினங்கள் பல்வேறு வெப்பங் கடத்தும் தன்மைகளைக் கொண்டுள்ளமையால் பெரும்பாலான பாறைகளிலுள்ள பல்வேறுபட்ட அளவுடைய அணுக்கதிர்க் கனிமங்கள் சிதைந்து பிணைந்து வெப்ப உற்பத்தி செய்வதுடன் நிலக்கோளத்தினுள் வெப்பநிலை மாற்றங்களை இடைவிடாமல் உருவாக்குவதால் நில வெப்பப் பாய்வுச் (geothermal flow) சுழற்சி உண்டாகிறது.

நிலத்தின் மேற்பகுதியில் உள்ள பாறைகளை மட்டுமே கணக்கில் கொள்வதாயினும் தரைக்கு மிக அருகிலுள்ள கிரேனைட் படலம், அதற்கு நேர்கீழுள்ள பசால்ட்டிக் படலம், அவற்றிற்குக் கீழ் அமைந்த படிவுகளையும் கண்காணிக்க வேண்டும். கிரேனைட் படலம் 11 கி.மீ. ஆழ அளவும் பெசால்ட் 24 கி.மீட்டருக்கும் அதற்கும் கீழும் ஆக 35 கி.மீ. ஆழம் பெற்றிருக்கும்.

நிலக்கோளத்தின் உள்ளிருந்து வெப்பவீழ்ச்சிக்கு மேல் எழும் வெப்ப அளவு இவ்விரு படலங்களுக்கும் கீழ் நிலையிலுள்ள அணுக்கதிர்க் கனிமங்கள் உருவாக்கும் வெப்பத்தை ஏற்றுக் கொள்கிறது. எனினும் அப்படலத்தினைக் கடந்து மேல் செல்வது என்பது பசால்ட்டின் வெப்பங் கடத்தும் திறத்திற்கு (thermal conductivity) ஒப்ப இயலும். எனவே இப்படலத்தைக் கடக்கும் நிலையில் கீழிருந்து வந்த வெப்பப்பாய்வு தன் வெப்ப அளவில் ஏற்ற இறக்கங்களைப் பெற்றுப் புதிய அளவில் மேல்நிலைப் படலமான கிரேனைட்டினுள் நுழைகிறது. இங்கு இதன் கனிமவெப்ப உற்பத்திக்கும் வெப்பங்கடத்துந் திறனுக்கும் ஏற்ப அளவுநிலை மாறித் தரையினை நோக்கி வெப்பப்பாய்வு பல்வேறு இடங்களுக்குப் பல்வேறு அளவுகள் கொண்டு நிகழ்கிறது. பசால்ட்டும் கிரேனைட்டும் முறையே 0.004, 0.0068 மெட்ரிக் அளவு வெப்பங் கடத்துந் திறமுடையன. கதிர்வீச்சுக் கனிம உற்பத்தி பெசால்டிற்கு $0.65X10^{-6}$அளவும் கிரானைட்டுக்கு $0.33X10^{-6}$ அளவுமுடையது.

வெப்பப்பாய்வு அளவுகள் இடத்திற்கு இடம் மாறுபடுகின்றன. எரிமலையற்ற பகுதிகளின் சராசரி வெப்பப்பாய்வு அளவு $1.3X10^{-6}$ கலோரி/நொடி/செ.மீ. என்றபோதும் இங்கிலாந்தின் கிளாஸ்கோ பகுதியில் 2.07 ஆகவும் லண்டன் பகுதிகளில் 1.1 அளவாகவும் தென்னாப்பிரிக்கப் பகுதிகளில் 1.16 அளவிலும் அமையும்.

நிலமேலோட்டுப் பாறைகளில் வெப்பநிலை தாழ்ந்து குளிர்கின்ற சூழலுக்கு இவ்வெப்பப்பாய்வு துணை செய்கிறது. வெப்பப்பாய்வு அளவுகளை மேலோட்டுப் பாறைகளின் படிநிலைகளில் ஒப்பிடும்போது அங்கே நிகழ்கின்ற பாறை உருவாக்கத்திற்குத் தேவைப்படும் அளவில் இந்த வெப்ப அளவுகள் இராமல் குறைந்தே காணப்படுகின்றன. ஆக அப்பாறைகள் உருவாகும் சிற்சில இடங்களிலேனும் இருக்கவேண்டிய அதிக வெப்ப நிலை ஒன்று அங்கேயே உருவாகவேண்டும். மேலோட்டுப் பாறைகளின் கீழுள்ள பகுதிகளில் இருந்து வெப்பச் சுழற்சி (convection currents) காரணமாக மேலோட்டுப் பாறைப்பகுதிகளில் சிற்சில இடங்களில் வெவ்வேறு காலக் கட்டங்களில் வந்து பாயும் மிகுவெப்பம் அங்குள்ள பாறைகளை உருக்கிப் பாறைக் குழம்பாக்க (magma) வாய்ப்புண்டு.

மலைத்தொடர் உருவாக்கும் நிலமேலோட்டுப் பாறைகள் மற்றும் நிலமேலோட்டின் பிற பகுதிகளிலும் வெப்பம் மிகுந்திருக்கும். வெப்பச் சுழற்சியின் மேலெழும் பகுதி கீழே உட்செல்லும் வெப்பச் சுழற்சிப் பகுதியினும் வெப்பம் மிக்கதாய் இருக்கும். எனினும் உட்செல்லும் பகுதிகள் பாறைகளை உருமாறிய பாறைகளாக மேல் எழும் வெப்பம் மாற்றிய பின் அவற்றைத் தம்முள் இழுத்துச் சென்று பாறைக் குழம்பாக மாற்றும். இந்த வெப்பச் சுழற்சி உட்செல்லும் பகுதிகள் இணையாக உள்ளே நுழைவதால் இவற்றின் கூட்டுவெப்பம் இதனைச் செய்ய வழிகோலும்.

பெரும் ஆழ்நிலச் சரிவுகள் (geosynclines) உருவாகும் நிலையில் கீழ் இழுத்துச் செல்லப்படும் மேலோட்டுப் பாறைகளும் கீழே அமைந்துள்ள படிகநிலைப் பாறைகளும் உராய்ந்து, மோதி, உடைந்து உருவழியும் போதும் மலைத்தொடர் உருவாக்கத்தின் அடுத்த நிலையான வேர் வடிவுறும் (root formation) போதும் பேரளவு வெப்பம் உண்டாக வாய்ப்புகள் உள்ளன. இத்தகைய பாறைக் குழம்புகளின் தோற்றங்களாலும் அவற்றின் சுழற்சியால் மேலெழும்பிச் செல்வதாலும் மலைத்தொடர் உருவாக்கத்தில் கிரானைட் உருவாகும்.

கிரானைட் அமைந்துள்ள 11 கி.மீ. ஆழ அளவிற்குள் அவை உருவாகப் பாறைக்குழம்பு ஏறத்தாழ 700°C வெப்பநிலையில் அமைய வேண்டும். பசால்ட் பாறை மேலும் 21 கி.மீ. அளவில் 32 கி.மீ. ஆழம் வரையிலும் சற்று ஏறத்தாழ 1000°C வெப்பநிலை கொண்ட பாறைக் குழம்பிலிருந்து தோன்றக்கூடும். அதற்கும் கீழே உள்ள சூழ்நிலைகளில் அமைந்த மேலோட்டுப் பாறைகள் ஏறத்தாழ 1300°C வெப்பநிலை கொண்ட பாறைக்குழம்புகளில் இருந்து உருவாகலாம். எனினும் இயல்பான வெப்பச்சரிவு (heat gradient) 40 கி.மீ. ஆழத்தில் கூட 500°C வெப்பநிலையிலேயே அமைகிறது.

- *ம. சிவக்குமரன்*

நில வேம்பு

இதற்கு அனாரிபதித்தம், காண்டம், காண்டகம், கிரியாத்து, கிராகதி, நாட்டு நிலவேம்பு, சிரட்குச்சி, கோகணம் என்னும் பெயர்களுமுண்டு. நிலவேம்பின் தாவரப்பெயர் ஆண்ட்ரோகிராஃபிஸ் பனிக்குலேட்டஸ் (**Andrographis paniculatus**) என்பதாகும். இதற்கு ஜஸ்டிசியா பனிக்குலேட்டா (**Justicia paniculata**) என்றும் ஆண்ட்ரோகிராஃபிஸ் என்றும் இணைப் பெயர்கள் உண்டு. அக்காந்தேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இது, ஒருபருவச் செடியாகும். இச்செடியை இந்தியா மற்றும் இலங்கைச் சமவெளிப் பகுதிகளில் காணலாம். இச்செடியின் இலைகளில் நீரில் கரையும் வேதிப் பொருளான ஆண்ட்ரோகிராஃபோலிட் உள்ளது.

வளரியல்பு. செடி 30-90 செ.மீ. உயரம் வளரும். இதன் இலை நீண்டு 5-10X1.5-2 செ.மீ. அளவில் இருக்கும். இலை நுனியும் காம்பருகு இலைப்பகுதியும் குறுகியிருக்கும். இலைக்காம்பு 1.5செ.மீ. நீளமுடையது. மஞ்சரி 15செ.மீ. நீளத்தில் நன்கு கிளைத்திருக்கும். பூக்கள் 1.5-2 செ.மீ. தொலைவில் உண்டாகின்றன. பூக்காம்பு 0.7 செ.மீ. நீளமுடையது. பூவடிச்செதில்கள் ஈட்டி வடிவில் இருக்கும். இரண்டு பூக்காம்படிச் செதில்கள் உள்ளன. புல்லிவட்டக் கதுப்புகள் 5. அல்லிவட்டம் வெள்ளையாகவும், குங்கும நிறப் புள்ளியுடனும் இருக்கும். இதன் குறுக்களவு 5X2.5 மி.மீ; அல்லிக்குழலின் நீளம் 5 மி.மீ; இதன் மேல் பகுதிக் கதுப்பு 6 மி.மீ; இது ஆழமாக இரண்டாகப் பிரிந்திருக்கும்.

நிலவேம்பு (Andrographis Paniculatus)

கீழுள்ள கதுப்பு 6 மி.மீ; மகரந்தத்தாள்கள் 2-4 மி.மீ; நீளத்துடனும் மென்மயிர்களில் தாடிபோல் போர்த்தப்பட்டுமிருக்கும். மகரந்தப்பை தலைகீழ் முட்டை வடிவமானது. 2 மி.மீ. அளவுடையது. சூல்பை நீள்சதுரமானது. 1.5 மி.மீ. அளவானது. சூலகத்தண்டு 1 மி.மீ. நீளமுள்ளது. டிசம்பர்-மார்ச் மாதங்களில் மிகுதியான பூக்களைக் காணலாம். இதில் ஆங்காங்கே சிறு மயிர் காணப்படும். கனி தட்டையான நீள்சதுர வெடிகனி (capsule) ஆகும். இது 2 செ.மீ. நீளமுடையது.

பயன். இதன் இலைக் குடிநீரைக் குழந்தைகளுக்கு ஏற்படும் வயிற்றுவலி, வயிற்றுப் பொருமல், வயிற்றோட்டம், வாதக்காய்ச்சல், பித்தமயக்கம், வயது முதிர்ந்தவர்களுக்கு உண்டாகும் சீதபேதி, நீர்க்கோவை ஆகிய நோய்கள் தீரத் தரலாம். சில சமயங்களில் இதை வாந்தி, பேதிக்கும் தருவதுண்டு. இதன் இலைகளை அரைத்துத் தடவ அரிப்பு நீங்கும். நீர்க்கோவை, காய்ச்சல் ஆகியவை நீங்குவதற்கு நில வேம்பு 20 கிராம், கிச்சிலித் தோல் 200 கிராம், கொத்தமல்லி 200 கிராம் எடுத்து வெந்நீரில் ஒருமணி நேரம் மூடி வைத்திருந்து வடிகட்டி 15-25 மி.லி. வீதம் நாளும் இரண்டு அல்லது மூன்று வேளை அருந்த வேண்டும்.

நில வேம்புடன் கிராம்புத்தூள், கருவாப்பட்டைத்தூள் அல்லது பொடித்த ஏலம் ஆகியவற்றுள் ஏதேனும் ஒன்றை 5 கிராம் எடுத்து 75 மி.லி. வெந்நீரில் 6 மணி நேரம் ஊற வைத்திருந்து வடிகட்டி வேளைக்கு 15-30 மி.லி. வீதம் நாளும் இரண்டு அல்லது மூன்று வேளை தர மூளைக் காய்ச்சல், குளிர் காய்ச்சல், கீல் பிடிப்பு, செரியாமை நீங்கும். இதன் இலை மலேரியா நோய்க்கும் பயனாகிறது. இதன் இலைகளுக்கும் வேருக்கும் குடற்புழுக்களைக் கொல்லும் தன்மை உண்டு.

அக்காந்தேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மற்றொரு சிற்றினமான ஆண்ட்ரோகிராஃபிஸ் எச்சியாய்டெஸ் (A.Echioides) ஒரு களைச்செடியாகும். இது நேராக வளரும் செடி. இதன் இலைகள் முட்டை வடிவிலும் நுனி மழுங்கியும் இருக்கும். இதன் பூக்கள் இளஞ்சிவப்பு நிறத்தில் இருக்கும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நிலைக்காந்தமும் காந்த நிலையியலும்

இயற்கையில் கிடைக்கும் சில இரும்புத்தாதுக்கள் இரும்புகளை ஈர்க்கும் ஆற்றல் கொண்டிருந்தன. இவற்றை ஒரு மெல்லிய நூலால் கட்டித் தொங்கவிடப்படும்போது அலைவுற்று எப்போதும் புவியின் வட-தென் திசையில் அமைந்தன. இயற்கைக் காந்தம் எனப்படும் இவை இயற்கையாகக் கிடைக்கக் கூடிய நிலைக் காந்தமாகும். இவ்வகையான இயற்கைக் காந்தம் கொண்டு தேய்க்கப்பட்ட இரும்பு எஃகு துண்டுகள் காந்தமாகின்றன. இதனைச் செயற்கைக் காந்தம் என்பர். நிலைக்காந்தங்கள் மிக அதிகமான செறிவும், மாறாத் தன்மையும் கொண்ட புலங்கள் தோற்றுவிப்பதற்குப் பயன்படுகின்றன. ஒலிப்பான், பலவகையான காந்த அளவி, தொலைபேசி போன்றவற்றின் செயற்பாடுகள் இவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டவை.

காந்த ஆற்றலைப் பெற்று, பாதுகாத்து வைக்கும் திறன் மிகுந்த பொருள்கள் கொண்டு நிலைக்காந்தம் தயாரிக்கலாம். எஃகு, கோபால்ட், நிக்கல் போன்ற உயர் சார்பு புகுதிறன் கொண்ட பொருள்கள் நிலைக்காந்தம் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுகின்றன. காந்தப் பொருளிலுள்ள மூலக்கூறுகளும் ஒரு நிலைக்காந்தமாகும். இவை பொருளில் ஒரு மூடிய சுற்றாக அமையும். வெளிப் புலத்தைச் செயற்படுத்தி, மூலக்கூற்றுக் காந்தங்களை ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் சுழற்றிக் காந்தமாக்கலாம்.

நிலைக்காந்தங்களைக் கீழ்க்காணும் முறைகளில் தோற்றுவிக்கலாம். அவை புவிகாந்தப் புலத்திசைக்கு இணையாக வைக்கப்பட்டுள்ள காந்தப் பொருளைத் துல்லியமாக வலிமையாகத் தட்டிக் காந்தமாக்கும் முறை, காந்த உட்புகுதிறன் மிகுந்த பொருளை மற்றொரு காந்தத்துடன் தொட்டுக் கொண்டிருக்குமாறு செய்து காந்தமாக்கும் முறை, திறன் கொண்ட மின்னோட்டத்தால் தோற்றுவிக்கப்படும் காந்தப்புலத்தில் காந்தப் பொருளை அமைத்துக் காந்தமாக்கும் முறை (பொதுவாக வரிச்சுருளினுள் காந்தப் பொருளை வைத்து, சுருளின் வழியாக மின்னோட்டம் செலுத்தி அப்பொருளைக் காந்தமாக்கலாம்), உயர் உட்புகுதிறன் கொண்ட பொருளைச் சூடேற்றி பின்பு இதன் முக்கிய அச்சைப் புவிக் காந்தப்புலத்திற்கு இணையாக அமைத்துக் குளிர்வுறச் செய்து காந்தமாக்கும் முறை என்பன.

நிலைக் காந்தங்கள் பல மாறுபட்ட வடிவங்களில் அமைக்கப்படுகின்றன. சட்டக் காந்தம் உருளை வடிவ அல்லது செவ்வக வடிவக் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு கொண்ட நீளமான உலோகத் துண்டாகும். வட-தென் துருவமுனைகள் இச்சட்டத்தின் இரு முனைகளிலும் அமைந்திருக்கும். லாடக்காந்தம் U வடிவில் வளைந்திருக்கும் வட-தென் துருவங்கள் சிறிது இடைவெளி கொண்டு அடுத்தடுத்து அமைந்திருக்கும். இவ்வகையான காந்தங்கள்

காந்த அளவி, வேக அளவி, கால்வனா அளவி போன்ற கருவிகள் அமைப்பதற்குப் பயன்படுகின்றன. லாடக்காந்த முனைகளுக்கிடையே ஒரு சுருளினை அமைத்து, அதனை வேகமாகச் சுற்றும்போது, காந்தவிசைக் கோடுகள் வெட்டுப்பட மின்னோட்டம் தோன்றுகிறது. நிலையான காந்த முனைகளுக்கிடையே ஒரு சுருளினை அமைத்து, அதன் வழியாக மின்னோட்டம் செலுத்தும்போது சுருள் சுழலுகிறது. இத்தத்துவங்களே மின்னாக்கி (dynamo), மின்னோடி (motor) போன்றவற்றில் முறையே பயன்படுகின்றன.

நிலைக் காந்தம் தயாரிப்பதற்குச் சில கலப்புலோகங்கள் பயன்படுகின்றன. 1855க்குப் பின்பு டங்ஸ்டன் போன்ற கலப்புத் தனிமங்களைப் பயன்படுத்தி நிலைக்காந்தம் தயாரிக்கப்பட்டது. 1916-1917இல் டங்ஸ்டனுக்குப் பதிலாகக் குரோமியம் பயன்படுத்தப்பட்டது. முதன்முதலாக வணிக முறையில் பயன்படுத்திய கலப்புலோகம் இரும்பு-கோபால்ட்-மாலிப்பிடினம், இரும்பு-நிக்கல்-அலுமினியம். அல்னிகோ, நிலைக்காந்தம் செய்வதற்கு மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. இவற்றை 1000 எர்ஸ்டெட் அளவு கொண்ட வலிமையான காந்தப்புலத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட வீதத்தில் குளிர்வடையச் செய்யும்போது, சிறந்த காந்தப் பண்பு பெறும். மென்காந்தங்கள் மிக இன்றியமையாதவை. ஒரு மைக்ரானைவிடக் குறைவான விட்டம் கொண்ட துகளின் காந்தமாக்கலைத் திருப்புவது மிகக் கடினமாகும். ஆகவே இவை சிறந்த நிலைக்காந்தமாகும். பேரியம், ஃபெரைட், இரும்பு, மாங்கனீஸ், இரும்பு-கோபால்ட், ஃபெரைட் ஆகியவற்றை நுண்ணிய பொடிகளாக்கி நிலைக் காந்தம் தயாரிக்கலாம். 1956இல் இரும்பு, கோபால்ட் கலப்புலோகப் பொடியிலிருந்து நிலைக்காந்தம் தயாரிக்கப்பட்டது. இவற்றின் ஆற்றல் பெருக்கல் 5×10^6 ஆகும்.

காந்த நிலையியல். காந்தத்தைப் பற்றியும், காந்தத்தால் தோற்றுவிக்கப்படும் புலத்தைப் பற்றியும் படிப்பது காந்த நிலையியலாகும். இது மின்காந்தவியலிலிருந்து வேறுபட்டதாகும். மின்னோட்டத்தால் தோற்றுவிக்கப்படும் காந்தப்புலத்தைப் பற்றிப் படிப்பது மின்காந்தவியலாகும்.

1785 இல் சார்லஸ் அகஸ்டின் எதிர் எதிரான இயல்பு கொண்ட காந்த முனைகளுக்கிடையான ஈர்ப்பு விசைக்கான இருமடி எதிர்விதியைக் கூறினார். இது, காந்தமாக்கப்பட்ட இரு பொருள்களுக்கிடையே உள்ள பாய்சான் கணக்கீட்டுக் கொள்கைக்கு அடிப்படையாக அமைந்தது. பாய்சான் காந்தமாக்கலை மூலக்கூறு நிகழ்வாகக் கொண்டார். 1852 இல் வெபர் ஒவ்வொரு மூலக்கூறினையும் நிலைக்காந்தமாகக் கொண்டார். உராய்வு பண்பு கொண்டுள்ளமையால், மூலக்கூறுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையிலமைந்து காந்தப் பண்பு காட்டுகின்றன. இது காந்தமாக்கல் வரம்பிற்கு விளக்கம் தந்தது. ஆனால் காந்தப் பொருளின் மீது செயற்படும் காந்தப்புலம் நீங்கிய பின்பும், அப்பொருள் காந்தப் பண்பு கொண்டிருந்தமைக்கு விளக்கம் தர முடியவில்லை. மேக்ஸ்வெல், மூலக்கூற்றுக் காந்தம் எவ்வித உராய்வும் கொண்டிராது எனக் கூறினார். இது ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் அமைந்திருக்கும் எனவும் குறிப்பிட்டார்.

வெபர் காலத்திற்கு முன்பாக எர்ஸ்டெட் என்பார், மின்னோட்டம் காந்த ஊசியைப் பாதிப்பதாகக் கண்டார். இவரைத் தொடர்ந்து ஆம்பியர் சோதனை மூலமும், கணக்கீடு மூலமும் ஒரு சுற்றிலுள்ள மின்னோட்டம் காந்தக் கூட்டிற்கு இணையானது எனக் காட்டினார். மூலக்கூறுகளில் மின்னோட்டம் செல்வதால் காந்தம் தோன்றுகிறது எனக் கூறினார். சோதனை மூலம் இதனை மெய்ப்பிக்க முடியாத காரணத்தால் இக்கொள்கை உடனடியாக ஏற்கப்படவில்லை. எலெக்ட்ரான் கொள்கை தோன்றிய பின்பு இது உண்மை என்பது தெளிவாயிற்று.

காந்த நிலையியலில் கூலூம் விதி மிக முக்கியமானதாகும். இவ்விதியினைக் கீழ்க்காணுமாறு கூறலாம். இரு காந்த முனைகளுக்கிடையேயுள்ள விசை அவற்றின் முனை வலிமைகளின் பெருக்கற் பலனுக்கு நேர் விகிதத்திலும் அவற்றிற்கிடையேயுள்ள தொலைவின் இருமடிக்கு எதிர் விகிதத்திலும் அமையும். சோமர்ஃபீல்டு அனுமானத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு R.M.K.S முறையில் இதனைக் கீழ்க்காணுமாறு எழுதலாம்.

$$F = \frac{\mu_0 m_1 m_2}{4\pi r^2}$$

இங்கு $\mu = 4\pi \times 10^{-7}$ வெபர்/ஆம்பியர்-மீட்டர் μ_0 வெற்றிடத்தில் உட்புகுதிறன். m_1, m_2 என்பவை காந்த முனைகளிலுள்ள முனை வலிமைகளாகும். இவை ஆம்பியர் மீட்டரில் அளவிடப்படுகின்றன. விசை நியூட்டனில் அளவிடப்படுகிறது. இருமுனைகளுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவு r மீட்டரில் அளவிடப்படுகிறது. கென்னெலி இதனைக் கீழ்க்காணுமாறு கூறினார்.

$$F = m_1 m_2 / 4\pi\mu r^2$$

இரு முனைகளும் ஒரே தன்மையாக இருக்கும்போது செயற்படும் விசை விலக்க விசையாகவும், இரு முனைகளும் ஒன்றிற்கொன்று எதிர்ப்பண்பு கொண்டு இருக்கும்போது ஏற்படும் விசை ஈர்ப்பு விசையாகவும் அமையும். காந்தப் புல வலிமை m கொண்ட காந்த முனையிலிருந்து வெற்றிடத்தில் 'r' மீட்டர் தொலைவில் காந்தப்புலச் செறிவு $H= m/4\pi r^2$ ஆகும். இங்குக் காந்தப்புலச் செறிவு ஆம்பியர் மீட்டரில் அளவிடப்படுகிறது.

புள்ளி முனைகளாலான கூட்டு அமைப்பினால் தோன்றும் தொகுபயன் காந்தப்புலச் செறிவு மேற்பொருந்தல் தத்துவப்படி குறியியல் கூட்டலால் பெறப்படுகிறது.

$$H = \frac{1}{4\pi} \sum^{n} \frac{m_1}{m_2}$$

இங்கு, தென்முனை எதிர்க்குறி கொண்டாதாகவும், வடமுனை நேர்குறி கொண்டதாகவும் கொள்ளப்படுகின்றன. வடமுனை நகர முயலும் திசையே காந்தப்புலச் செறிவின் திசையாகும்.

காந்தப்புலத்தில் அதிக அளவில் காந்தமாக்கல் அடையும் பொருள்களை ஃபெரோக் காந்தப் பொருள்கள் என்பர். (எ-டு: மென்னிரும்பு, நிக்கல்) காந்தப் புலத்தில் வைக்கும்போது குறைந்த அளவே காந்தமாகும் பொருளைப் பாரா காந்தப்பொருள் என்பர். (எ-டு: அலுமினியம், பிளாட்டினம், மாங்கனீஸ்) டயா காந்தப் பொருள்களைக் காந்தப்புலத்தில் வைக்கும்போது மிகக் குறைந்த அளவு காந்தமாகின்றன. இவற்றின் காந்தமாக்கல் திசை புலத்திசைக்கு எதிராக அமையும் (எ-டு: செம்பு, பிஸ்மத், பாதரசம்.)

- அ. சுந்தரவேலுசாமி

நிலைக்கேற்ற தழுவல்

உயிரிகள் தாங்கள் வாழும் சூழ்நிலைக்கேற்ப, தங்கள் உடலில் சில மாற்றங்களை ஏற்படுத்திக்கொண்டு, அச்சூழ்நிலையைத் தழுவி வாழ்வது நிலைக்கேற்ற தழுவலாகும். உயிரிகள் பல்வேறு சூழ்நிலைகளில் சிறப்பாக வாழ்ந்து வருகின்றன. இவற்றின் பொதுவான சூழ்நிலைகளும், அவற்றைத் தழுவி வாழும் உயிரினங்களும் அறியத்தக்கவை.

நீர்வாழ் உயிரினங்களின் நிலைக்கேற்ற தழுவல். நீர்வாழ் உயிரினங்களை நன்னீர் உயிரிகள் fresh water organisms) என்றும், கடல் உயிரிகள் (marine organisms) என்றும் பிரிக்கலாம். குளம், குட்டை, ஏரி, ஓடை, வாய்க்கால், ஆறு முதலியவற்றிலிருக்கும் நீர் நன்னீராகும்.

நீர்வாழ் தாவரங்கள். தாவரங்கள் நீரில் மிதப்பதற்கேற்ப வேர்கள் பரவலாகவும், கொத்தாகவும் அமைந்துள்ளன. காற்றுத் திசுக்கள் இலைக்காம்பில் உள்ளமையால் இவை எளிதாக மிதக்கின்றன. வெங்காயத் தாமரையில் மேற்கூறிய நிலைக்கேற்ற தழுவலைக் காணலாம். அல்லி, தாமரை முதலியவற்றின் வேர்கள் நீரின் அடித்தளத்தில் நன்றாக நிலை பெற்றுள்ளன. ஆனால் இவற்றின் இலைகளிலும், பூக்களிலும் காற்றுத் திசுக்கள் உள்ளமையால் நீரின் மேல் இவை மிதந்து கொண்டிருக்கின்றன. மேலும் இலைகளில் மெழுகு பூச்சு உள்ளமையாலும், வட்ட வடிவமாகக் காணப்படுவதாலும் நீரின் மேல் ஒட்டாமல் எளிதாக மிதந்து கொண்டிருக்கின்றன.

நீர்வாழ் விலங்குகள். குளம், குட்டை, ஏரி முதலியவற்றில் வாழும் விலங்குகள் நீரில் மிதப்பதற்கேற்ற உறுப்புகளை உருவாக்கிக் கொள்கின்றன. இதனால் பரப்பு மிகுதியாக்கப்பட்டு விலங்குகள் அமிழ்ந்துவிடாமல் தடுக்கப்படுகின்றன. உணர்விழை, செவுள், கால் போன்ற உறுப்புகள் உடலுக்கு வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருப்பதோடு, அவற்றின் மேலுள்ள நுண் மயிரிழைகளாலும், உடற்பரப்பிலுள்ள மயிர்க்கால்களாலும் பரப்பு அதிகரிக்கப்படுகிறது. சில விலங்குகளின் உடலமைப்பு எதிர்ப்பாற்றலைத் தாங்கிக் கொள்ளவும், எளிதாக நீந்தவும் வாய்ப்பாக உள்ளது. உராய்வைக் குறைப்பதற்கு வழுவழுப்பான பரப்பே ஏற்றது. ஜெர்ரிஸ் எனப்படும் சறுக்கிச் செல்லும் பூச்சி, துடுப்புப் போன்ற தட்டையான கால்களை உடையது. வியக்கத்தக்க வேகத்தில் நீர்ப் படலத்தில் நகர்ந்து செல்லும் இதன் 2,3ஆம் இணைக்கால்கள் மிகவும் நீண்டு பக்கவாட்டில் நீட்டுவதற்கேற்ப அமைந்துள்ளன. இதன் முன்கால்கள் இரை தேட உதவுகின்றன. மீனினத்திற்குத் துடுப்புகளும், சுவாசிக்கச் செவுள்களும், தவளையினத்திற்கு நீரில் நீந்த விரலிடைச் சவ்வும் குறிப்பிடத்தக்க நிலைக்கேற்ற தழுவல்களாகும்.

கோடைக் காலத்தில் குளம், குட்டைகள் நீரின்றி உலர்ந்துவிடுகின்றன. இதினின்று தப்புவதற்காகப் பெரும்பாலான விலங்குகள் அடித்தள மண்ணிற்குள் புகுந்து, மழைநீர் குளத்தை நிரப்பும் வரை ஓய்ந்துறைகின்றன. வேறு சில பக்கங்களிலுள்ள நீர் நிறைந்த குட்டைகளுக்கு இடம் பெயரத் தொடங்குகின்றன. பெரும்பாலும் இத்தகைய குளங்களில் நத்தையினங்களும் பூச்சியினங்களும் வாழ்கின்றன. இவற்றின் முட்டைகள்

பாதுகாப்பான உறைகளுக்குள் இடப்படுவதால் மழைக்காலம் வரை அவை நீரின்றிப் பாதிக்கப்படாமல் வறண்ட குளத்தடியிலேயே கிடப்பதுண்டு. பல முட்டை உறைகள் காற்றாலும், பிற விலங்குகளாலும் நீருள்ள இடங்களுக்கு அடித்துச் செல்லப்படுவதுமுண்டு.

கடல்வாழ் விலங்குகள். கடற்கரையில் வாழும் விலங்குகள் கடலலைகளால் ஓரத்திற்கு அடித்து வரப்பட்டு அலை திரும்புகையில் நீரற்ற கரையில் விட்டுச் செல்லப்படுகின்றன. இதனால் இவ்விலங்குகள் காற்றின் கொடுமைக்கும் கொடிய வெப்பத்திற்கும் உள்ளாகி மடிய நேரிடலாம். விடாது அலைகள் ஓங்கி அடிப்பதினால் பல விலங்குகள் பற்றுக்கோலின்றி அலைக்கழிக்கப்பட்டு மடியக்கூடும். மேலும் கடல்வாழ் விலங்குகளுக்குச் சவ்வூடு பரவல் (osmosis) மூலமாக உடலினுள் புகும் உப்பை வெளியேற்றுவது ஒரு பெரும் பணியாகும். ஆனால் பல இன்னல்களுக்கிடையேயும் வெற்றிகரமாக வாழ்க்கை நடத்தும் விலங்குகள் மிகுதி. இதற்குக் காரணம் இவ்வகைச் சூழ்நிலைக்கேற்ப, விலங்குகள் தகுந்த மாற்றங்களைத் தங்கள் உடலில் ஏற்படுத்திக்கொண்டு அச்சூழ்நிலைகளைத் தழுவி வாழ்வதேயாகும்.

கடற்கரைச் சூழ்நிலைக்கேற்ப வாழ்தல். கரை வாழ் விலங்குகள் பெரும்பாலும் மறைவான, பாதுகாப்பான உறைவிடங்களையே நாடுகின்றன. பாறைகளிலும் அவற்றினிடையேயும் உள்ள நீர்த்தேக்கங்கள் எளிதில் வறண்டுவிடுவதில்லை. வெப்ப ஏற்ற இறக்கங்களுக்கு உள்ளாவதும் இல்லை; பிளேனேரியா, கைட்டான் போன்றவை இத்தகைய இடங்களிலேயே வாழ்கின்றன. மணல், சேறு முதலியவை நிறைந்த கரைகளில் வீழ்படிவுகள் செறிந்துள்ளமையால் அவற்றினுள் கரை நண்டுகள் வலை தோண்டி வாழ்கின்றன. பாதுகாப்பான இடமற்ற விலங்குகள் உலர்ந்து போகாதவாறு தடித்த உறைகளால் மூடிக்கொள்கின்றன. பாசி வகைகளின் மேற்தோல் வழுவழுப்பான நீரைச் சுரந்து, நீர் எளிதில் ஆவியாகாதவாறு தடுக்கிறது. கடின ஓட்டு விலங்குகள் பாறைகளின் மேற்பகுதியில் வாழ்கின்றன. அலைகளின் தாக்கத்தால் அவற்றின் மென்னுடல் கிழிந்து போகாதவாறு கூடுகளும், ஓடுகளும் பாதுகாப்பு அளிக்கின்றன. விலங்குகள் அடித்தளத்தைப் பற்றிக் கொள்வதற்காகப் பசையுள்ள தசை உறுப்புகளைக் கொண்டுள்ளன. செர்ப்புலிட் புழுக்களும், பார்னக்கிள்களும் தாம் சுரக்கும் காரையினால் பாறையை நன்கு பற்றிக் கொள்கின்றன. மிட்டிலஸ் எனும் சிப்பி, வலிமையான பற்றிழைகளைக் கொண்டுள்ளது.

கடலடித்தளத்தில் வாழும் விலங்குகள். பெரும் கடலின் மிதவைப் பகுதிக்குக் கீழ்ப்புறமாக அமைந்த பகுதியே ஆழ்கடலாகும். இது கடற்பரப்பிலிருந்து 200 மீட்டருக்குக் கீழாக அமைந்த கடல் பகுதியாகும். இங்கு ஒளி ஊடுருவிச் செல்ல முடியாமையால் இப்பகுதி குகைபோல் இருண்டிருக்கும். இங்கு நீரின் அழுத்தம் மிகுதி. இவ்விலங்குகள் ஒளி, ஒலி, காலம் இவற்றை அறியாமலேயே சூழ்நிலைக்கேற்பத் தம்மைத் தகவமைத்துக் கொள்கின்றன. ஆழ்கடலில் வாழும் மீன்கள், பழுப்பு அல்லது இளம் பழுப்பு நிறத்தோல் கொண்டவை. இந்நிறம் எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்ள உதவுகிறது. சூரிய ஒளியே இராமையால் இங்குத் தாவரங்கள் வாழ முடியாமையால், இப்பகுதியில் தாவர உண்ணிகள் அறவே இல்லை. இக்காரணத்தினால் இப்பகுதி விலங்குகள் ஊனுண்ணிகளாகவும் கரிம அழுகல் பொருள்களை உட்கொள்பவையாகவும் வாழ்க்கை நடத்துகின்றன. இப்பகுதியில் உணவுப் பஞ்சம் உள்ளமையால் அவ்வப்போது கிடைக்கக் கூடிய உணவைத் தம் உடலளவைவிடப் பெரியதாக இருந்தாலும் அதை உடலினுள் இருத்திக்கொள்ள விரிவடையும் இரைப்பையை இவ்விலங்குகள் கொண்டுள்ளன. எ-டு. கேஸ்ட்ரோஸ்டோமியஸ் எனும் ஆழ்கடல் மீன்.

ஆழ்கடலின் மேலிருக்கும் நீர் விலங்குகளை அழுத்துவதால் இப்பெரும் அழுத்தத்திற்குத் தக்கவாறு உடலமைப்புகள் மாறுபட்டுள்ளன. இப்பகுதியில் ஒளியிராமையால் சுற்றுப்புறத்தைத் தெரிந்துகொள்வதற்கு மீன்கள் ஓர் ஒளியை உண்டாக்குகின்றன. இதற்கு உயிரொளி (bioluminescence) எனப் பெயர். வெளிச்சமற்ற இப்பகுதியில், குறைந்த ஒளியின் மூலம் பார்க்க ஹாலோசாரஸ் எனும் மீனின் கண்கள் மிகப்பெரியனவாக இருக்கின்றன. கண்கள் அற்ற ஆழ்கடல் மீன்களுக்குத் தொடு உணர்ச்சி உறுப்புகள் நன்கு செயல்படுகின்றன. இடியாகாந்தஸ் எனும் மீனில் தொட்டறிந்துகொள்ள ஒரு சாட்டை போன்ற உறுப்பு உதவுகிறது. இப்பகுதியில் மாற்றமில்லாச் சூழ்நிலை தொடர்ந்து இருந்து வருவதால் இப்பகுதி விலங்குகளுக்கு உடல் மாற்றங்கள் தோன்றா. ஆகவே அவற்றில் படிமலர்ச்சி மாற்றங்கள் (evolutionary changes) நடைபெற வாய்ப்பு அமைவதில்லை.

நீரற்ற அல்லது பாலைவன உயிரிகளின் நிலைக்கேற்ற தழுவல்

நீரற்ற இடங்களில் வாழும் தாவரங்கள். இப்பகுதியில் நீர் கிடைப்பது அரிது. அவ்வாறு கிடைத்தாலும், கிடைக்கக்கூடிய நீரை உடலிலிருந்து

சேதப்படுத்தாமல் உடலினுள் சேமித்து வைத்துக்கொள்வது மிகவும் இன்றியமையாதது. இங்கு வெப்பநிலை மாற்றம் மிகுந்துள்ளது. இச்சூழ்நிலையிலும் சில தாவரங்கள் இந்நிலைக்கேற்ற தழுவல்களை ஏற்படுத்திக் கொண்டு சிறப்பாக வாழ்ந்து வருகின்றன. சாப்பாத்திக் கள்ளியில் தண்டே இலைபோல் அகலமாக அமைவது, இலைகள் செய்யும் வேலையான ஒளிச்சேர்க்கைக்கு (photosynthesis) உதவுகிறது. இவற்றில் இலைகளுக்குப் பதிலாக முள்கள் அமைந்துள்ளன. ஆகவே நீராவிப் போக்கு (transpiration) தடுக்கப்படுகிறது; நீரும் சேமிக்கப்படுகிறது. சவுக்கு மரத்தின் இலைகள் ஊசி போன்ற அமைப்பைப் பெற்றுள்ளமையால், நீராவிப் போக்கு தடுக்கப்பட்டு நீர் சேமிக்கப்படுகிறது. இங்கு வாழும் தாவரங்களின் வேர்கள், நீரைத் தேடிப் பல இடங்களில் ஆழமாகப் பரவலாக வளரும்.

சதுப்பு நிலப்பகுதியிலும், கடற்கரைப் பகுதியிலும் வாழும் தாவரங்கள்கூடப் பாலைவனப் பகுதியில் வாழும் தாவரங்களைப் போன்ற சில வகையான நிலைக்கேற்ற தழுவல்களைக் கொண்டுள்ளன. சதுப்பு நிலப்பகுதியில் நீர் உள்ளே தேங்கியுள்ளமையாலும் சுவாசிப்பதற்குத் தேவையான காற்று இராமையாலும் வேர்கள் மேல் நோக்கி வளர்கின்றன. மேலும் இலைகளின் மேற்பகுதி சற்றுத் தடிப்பாக இருக்கும். இலைத் துளைகள் மேல் மட்டத்தில் அமையாமல் கீழ்ப்பகுதியில் குழிக்குள் காணப்படுகின்றன. அதனால் நீராவிப் போக்கு தடுக்கப்படுகிறது.

பாலைவன விலங்குகள். பாலைவனம் ஒரு பரந்த, திறந்தவெளியாக உள்ளமையால் சிறு பொருள்களைக் கூட நன்கு காணமுடியும். ஆகவே இப்பகுதி வாழ் விலங்குகள் தம் எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்ளத் தம் உடலில் சில மாற்றங்களை ஏற்படுத்திக் கொள்கின்றன. சில விலங்குகளின் உடல் நிறம், சூழ்நிலைக் கேற்றவாறு பழுப்பாகவோ, மணல் நிறத்திலோ உள்ளமையால் அவை எதிரிகளிடமிருந்து பாதுகாப்பைப் பெறுகின்றன. நச்சுத் தன்மை கொண்ட பாலைவன விலங்குகள் கண்கவர் நிறம் தோற்றுவிப்பதின் மூலம் தம் எதிரிக்கு அச்சத்தை ஊட்டி அவற்றை ஒதுங்கியிருக்கச் செய்கின்றன. இவ்வாறு அமைந்துள்ள நிறத்திற்கு, எச்சரிக்கை நிறம் (warning colour) எனப்பெயர்.

ஃபிரைனோசோமா என்னும் பாலைவனப் பல்லியின் தோலில் பல நீண்ட முள் போன்ற அமைப்புகள் எதிரிகளிடமிருந்து பாதுகாப்பை அளிக்கின்றன. மேலும் எதிரி இப்பல்லியை நெருங்கும்போது, இதன் கண்களின் உள்முனைகளிலிருந்து குருதி பீச்சப்படுவதால் எதிரிகள் அச்சத்துடன் ஒதுங்கிச் செல்கின்றன. பாலைவன விலங்குகளின் கண்கள் நுண்பார்வை கொண்டும், செவிகள் அகத் திறன் கொண்டும் உள்ளமையால் தொலைவிலுள்ள எதிரிகள் நெருங்கி வருவதை முன்னமேயே அறிந்துகொண்டு அவற்றிடமிருந்து தப்பிச் செல்கின்றன. மேலும் விரைந்து ஓடும் நீண்ட கால்களையும் இவ்விலங்குகள் கொண்டிருக்கின்றன. ஆண்டிலோகார்ப்பா எனும் பாலைவன மானினம் பந்தயக் குதிரையையும் தோற்கடிக்கும் அளவுக்கு வேகமாக ஓடும் ஆற்றலுடையது.

உணவும் நீரும் குறைந்த, வெப்ப மாறுபாடு மிகுந்த, பாதுகாப்பற்ற பாலைவனப் பகுதியிலும் பல விலங்குகள் சூழ்நிலைக்கேற்பத் திறமையுடன் வாழ்ந்து வருகின்றன. பாலைவன விலங்குகள், பாலைவனத்திலேயே படிமலர்ச்சிக்கேற்றவாறு தம் தோற்றத்தைத் தொடங்கியவை எனக் கருத முடியாது. இவை சுற்றுப்புறங்களிலிருந்து பாலைவனத்தின் பொருத்தமான பருவங்களில் பாலைவனத்தினுள் சென்று வசித்து, பின்னர்ப் பாலைவனத்தின் கடும் சூழ்நிலைப் பருவத்தில் தாங்கள் வந்த இடத்திற்கே திரும்பிச் செல்ல முடியாமல், அச்சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு தங்கள் உடல் மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கச் செய்து, பாலைவன உயிரிகளாகவே தொடர்ந்து வாழ்ந்து வரத் தொடங்கின என்று கருதலாம்.

- ***ஞா. எட்வின் சந்திரசேகரன்***

துணைநூல். Welch, ***Limnology,*** Tata McGraw-Hill Publishing Company, New Delhi, 1958.

நிலைச் சமன்பாடுகள்

ஒரு பொருளின் அழுத்தம், பருமன், வெப்பநிலை ஆகியவற்றுக்கு இடையிலான தொடர்புகளைக் காட்டும் சமன்பாடுகள் நிலைச் சமன்பாடுகள் எனப்படும். ஒரு பாய்மத்திற்கான நிலைச் சமன்பாடுகளை வருவிக்கும்போது பாய்மம் ஒருபடித்தான தன்மை கொண்டது எனக் கற்பித்துக் கொள்ள வேண்டும். $PV=RT$ என்னும் கருத்தியல் வளிமச் சமன்பாடு (ideal gas equation) நன்கு அறிந்தது. நிறை மிக்க புள்ளித் துகள்கள் கொண்டதும், துகள்களுக்கு இடையில் விசைகள் எவையும் செயல்படாததுமான ஒரு வளிமம் கருத்தியல் வளிமம் எனப்படுகிறது. ஒரு கருத்தியல் வளிமத்திற்கு மட்டுமே மேற்காணும் சமன்பாடு பொருத்தமாயிருக்கும். ஆனால் நடைமுறையில் அத்தகைய

கருத்தியல் வளிமங்கள் காணக் கிடைப்பதில்லை. கருத்தியல் வளிமச் சமன்பாட்டின்படி அழுத்தம் வரம்பிலியாக உயர்ந்தால் பருமன் சுழியாகிவிட வேண்டும். நடைமுறையில் இது இயலக்கூடியதன்று. வளிம மூலக்கூறுகளுக்கு ஒரு வரையறுக்கப்பட்ட பருமனுண்டு என்பது தெளிவு. எனவே மேற்காணும் சமன்பாட்டில் இந்தப் பருமனுக்கான ஒரு திருத்தத்தைச் சேர்க்க வேண்டும். அழுத்தம் வரம்பிலியாக உயரும்போது வளிமம் அடையும் சிறுமப்பருமன் b என வைத்துக்கொண்டு மேற்காணும் சமன்பாட்டை $P(v-b) = RT$ என எழுத வேண்டும். மேலும் வளிமத்துகள்கள் ஒன்றின் மேல் ஒன்று கவர்ச்சி விசைகளைச் செலுத்தவே செய்கின்றன. இந்தக் கவர்ச்சி விசைகளால் அவை கொள்கலத்தின் சுவர்களின் மேல் செலுத்தும் அழுத்தம் குறையவே செய்கிறது. எனவே வளிமத்தின் அழுத்தத்திற்கும் ஒரு திருத்தம் தேவையாகிறது. அதை k எனலாம். இப்போது கருத்தியல் வளிமச் சமன்பாடு $(P+k)(V-b) = RT$ என்னும் உருவை அடைகிறது. பல நிலைச் சமன்பாடுகள் முன் மொழியப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் மிகப் புகழ்பெற்றது வான்டர்வால்ஸ் என்பாரால் உருவாக்கப்பட்டதாகும். அதில் k இன் a/v^2 மதிப்பு ஆகும். எனவே நிலைச்சமன்பாடு $(P+a/v^2)(V-b) = RT$ என ஆகிறது. இது வான்டர்வால்சின் நிலைச் சமன்பாடு எனப்படும். a,b ஆகியவை வான்டர்வால்சின் மாறிலிகள் எனப்படும். கிளாசியஸ் என்பார் இரண்டு விதமான நிலைச் சமன்பாடுகளை உருவாக்கியிருக்கிறார். அவற்றில் முதலாவதில் k இன் மதிப்பு a/TV^2 எனவும் இரண்டாவதில் $a/T(V-B)^2$ எனவும் வைத்துக்கொள்ளப்படும். டீட்ரிசி என்பார் உருவாக்கிய இரண்டு சமன்பாடுகளில் முதலாவதில் $k= a/v^n$ இங்கு $n= 5/3$. அவருடைய இரண்டாம் சமன்பாடு வேறுபட்டது. அது $P(v-b) = RT \exp(-A / RTV)$ என எழுதப்படுகிறது. இது உயர் அழுத்தங்களில் பொருத்தமாக இல்லை.

பெர்த்லாட் என்பார் உருவாக்கிய சமன்பாடு $(P+a/TV^2)(v-b) = RT$ ஆகும். இது சாதாரண அழுத்தங்களில், வான்டர்வால்ஸ் சமன்பாட்டைவிடப் பரிசோதனை முடிவுகளுடன் மிகவும் பொருந்தி வருகிறது. ஆனால் மாறு நிலையில் தோல்வி அடைகிறது.

காலண்டர் என்பாரின் நிலைச்சமன்பாடு $v-b = RT/P - Co (To/T)^n$ ஆகும். இதில் C மூலக்கூறுகளுக்கு இடையிலான கவர்ச்சி விசையின் விளைவைக் குறிப்பிடுவது. C_o என்பது T_o வெப்பநிலையில் C இன் மதிப்பாகும். இது நீராவிக்குப் பயன்படுகிறது. ஆயினும் இதைச் சாதாரணமாக அழுத்தங்களில் உள்ள வளிமங்களுக்கும் பயன்படுத்தலாம். ஆனால் இது மாறு நிலையில் தோல்வியடைகிறது.

இந்தச் சமன்பாடுகளின் நம்பகத்தன்மையைச் சோதிக்கச் சில வழிமுறைகள் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக வளிமத்தின் மாறு நிலைப்பரும எண் Vc, ஏறத்தாழ நீர்ம நிலைப் பரும எண்ணின், அதாவது அலகு நிறைப் பருமனின் மதிப்பைப் போல நான்கு மடங்கு மதிப்புள்ளது. b என்னும் மாறிலி ஏறத்தாழ நீர்மத்தின் பரும எண்ணுக்குச் சமம். எனவே, $Vc = 4b$. மேலும் $RTc/PcVc$ என்னும் அளவு தனியான பாய்மங்களுக்கு ஏறத்தாழ மாறிலி. இங்கு Tc என்பது மாறுதலான வெப்பநிலை; Pc என்பது மாறுதான பருமம் $RTc/PcVc = 15/4$. எனவே பாய்மங்களின் மாறுதான அளவுகள் தெரிந்தால் அவை $Vc = 4b$, $RTc / PcVc = 15/4$. அவை மதிப்புகளை நிறைவு செய்கின்றனவா என ஆய்ந்தறியலாம்.

வாண்டர்வால்ஸ் சமன்பாட்டைப் பின்வருமாறு மாற்றி எழுதலாம். $V^3-V^2 (b+RT/P) + a/p\, v - ab/p = 0$ இந்தச் சமன்பாட்டின் மூன்று மூலங்களை (roots) V_1, V_2, V_3,எனலாம். இப்போது $V_1+V_2+V_3 = b + RT/P$; $V_1V_2 + V_2V_3 + V_3V_1 = a/p$; $V_1V_2V_3 = ab/P$ இவற்றுக்கான மாறா வெப்பநிலைக் கோடுகளை அதாவது T_1, T_2, T_3 முதலான வெப்பநிலைகளில் பருமனிற்கும், அழுத்தத்திற்கும் இடையிலுள்ள தொடர்புக்கான வரைகோடுகளை வரைந்தால் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கான கோட்டில் ஒரு திசைமாற்றப்புள்ளி (point of inflection) தென்படும். இந்த வெப்பநிலை, மாறுநிலை வெப்பநிலை எனப்படும். இவ்வெப்பநிலையில் மூன்று மூலங்களும் சம மதிப்புள்ளவையாக இருக்கும். இவற்றின் மதிப்பு Vc. எனவே $3Vc = b+RTc/Pc$, $3Vc^2 = a/Pc$, $Vc^3=ab/Pc$ இதிலிருந்து $Vc=3b$, $Pc = a/27b^2$, $Tc = 8a/27Rb$ எனக் கிடைக்கிறது. எனவே வான்டர்வால்ஸ் சமன்பாடு Vcக்கு 4b என்னும் மதிப்புக்குப் பதிலாக 3b என்னும் மதிப்பைத் தருகிறது என்பதைக் காணலாம். இதேபோல $RTc/PcVc$ இன் மதிப்பு 8/3ஆக உள்ளது. அழுத்தத்தை மாறுநிலை அழுத்தத்தின் பின்னமாகவும், பருமத்தை மாறுநிலைப் பருமனின் பின்னமாகவும், வெப்பநிலையை மாறுநிலை வெப்பநிலையின் பின்னமாகவும் குறிப்பிட்டுக் குறைக்கப்பட்ட வான்டர்வால்சின் சமன்பாட்டை உருவாக்கலாம். குறைக்கப்பட்ட அழுத்தம் $\alpha = P/Pc$; குறைக்கப்பட்ட பருமம் $\beta= V/Vc$ குறைக்கப்பட்ட வெப்பநிலை $\gamma= T/Tc$ எனலாம். இவற்றை வான்டர்வால்சின் சமன்பாட்டில் பதிலீடு செய்தால் $(\alpha+3/\beta^2)(3\beta-1) = 8\gamma$ என்னும் குறைக்கப்பட்ட வான்டர்வால்ஸ் சமன்பாடு

கிடைக்கும். இந்தச் சமன்பாட்டில் ஒரு பாய்மத்தின் தனிப்பட்ட தன்மைகளைக் குறிக்கும் அளவுகள் அனைத்தும் நீக்கப்பட்டுவிட்டன. எனவே இது அனைத்து வகைப் பாய்மங்களுக்கும் பொருந்துவதாக அமைகிறது. இரண்டு பாய்மங்களுக்குக் குறைக்கப்பட்ட அழுத்தம், பருமம், வெப்பநிலை ஆகிய அளவுகள் சமமாக இருந்தால் அவை ஒப்புமை நிலைகளில் (corresponding status) உள்ளனவாகச் சொல்லப்படும். தனிப்பட்ட நீர்மங்களின் இயல்பான கொதிநிலைகள் ஏறத்தாழ ஒப்புமை வெப்பநிலைகளாக இருக்கும். இதன் காரணமாகவே நீர்மங்களின் கொதிநிலைகளில் அவற்றின் இயற்பியல் பண்புகளை ஒப்பிடுதல் மிகப் பயனுள்ள முடிவுகளை அளிக்கிறது.

குறைக்கப்பட்ட நிலைச் சமன்பாடுகள். P,V,T ஆகிய மாறிகளை முறையே மாறுநிலையில் அழுத்தம், பருமம், வெப்பநிலை ஆகியவற்றின் பின்னங்களாகக் குறிப்பிடும் நிலைச் சமன்பாடுகள் குறைக்கப்பட்ட நிலைச் சமன்பாடுகள் எனப்படும். $\alpha = P/Pc$, $\beta = V/Vc$, $\gamma = T/Tc$ ஆகியவை முறையே குறைக்கப்பட்ட அழுத்தம், பருமம், வெப்பநிலை எனப்படும். வான்டர்வால்சின் நிலைச் சமன்பாட்டைக் குறைத்தால் அது பின்வருமாறு அமையும்.

$$(\alpha + 3/\beta^2)\,(3\beta - 1) = 8\gamma$$

டீட்ரிசியின் குறைக்கப்பட்ட சமன்பாடு பின்வருமாறு:

$$\alpha\,(2\beta - 1) = \gamma \exp\,[\,2\,(1 - 1/\beta\gamma)\,]$$

பெர்த்லாட்டின் சமன்பாடு பின்வருமாறு:

$$(P + 3Pc/\beta^2\gamma)\,(V - Vc/3) = RT$$

இதைக் குறைத்தால்,

$$PV\,(1 + 16/3\;1/\alpha\gamma\beta^2)\,(1 - 1/4\beta) = RT$$

சிறிய உறுப்புகளைப் புறக்கணித்தால்,

$$PV = RT\,(1 - 16/3\;1/\alpha\gamma\beta^2 + 1/4\beta)$$

திண்மப் பொருள்களுக்கான நிலைச் சமன்பாடுகள். ஒரு மெய்யான வளிமத்தின் நடத்தையை $PV = RT + Bp + Cp^2 + Dp^3 + \ldots\ldots$ என்னும் சமன்பாட்டினால் குறிப்பிடலாம். இதில் B,C,D .... ஆகியவை இரண்டு, மூன்று, நான்காம் முதலான விரியல் குணகங்கள் (virial coefficients) எனப்படும். ஓர் அமைப்பில் x,y,z என்னும் ஆயங்களைக் கொண்ட ஓர் அணுவின் மேல், ஆய அச்சுகளின் திசைகளில் X,Y,Z என்னும் ஆக்கக்கூறுகளைக் கொண்ட ஒரு விசை செயல்படும்போது அனைத்து அணுக்களுக்குமான $-1/2\,(xX + yY + zZ)$ என்னும் கூட்டுத் தொகைகளின் சராசரி மதிப்பு அந்த அமைப்பின் விரியல் எனப்படும். ஓர் அமைப்பின் சராசரி இயக்க ஆற்றல், அணுக்களின் மேல் செயல்படும் விசைகளை மட்டுமே சார்ந்து அவற்றின் இயக்கங்களைப் பொறுத்திராத விரியலுக்குச் சமம் எனக் கிளாசியஸ் விதி கூறுகிறது. இதைப் பயன்படுத்தி ஒரு திண்மப்பொருளின் நிலைச் சமன்பாட்டைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$PV + G(V) = -\frac{d \log \gamma}{d \log V}\,.E$$

இதில் $G(V) = V\,d/dv\,W(v)$. இங்கு $W(v)$ என்பது அணுக்கள் அவற்றின் சராசரி இருப்பிடங்களில் ஓய்வு நிலையில் இருக்கும்போது படிகத்தின் கிராம் அணுவுக்கான நிலையாற்றல் ஆகும். γ என்பது ஓர் அணுவின் சராசரி இருப்பிடத்தைப் பொறுத்த அதன் அதிர்வெண். E என்பது அணு அதிர்வுகளின் மொத்த ஆற்றல். $E = \int_0^T C_v\,dT$. இதில் Cv என்பது மாறாப் பருமனில் அணு வெப்ப எண். வெப்ப இயக்கவியல், புள்ளியியல், எந்திரவியல் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் குவாண்டம் கொள்கையைச் சேர்த்து மாற்றி அமைக்கப்பட்ட ஒரு திண்மப் பொருள் நிலைச் சமன்பாட்டை டீபை என்பார் வருவித்திருக்கிறார். அது பின்வருமாறு

$$PV + V\frac{d\phi}{dv} = -\frac{d \log \theta}{d \log V}\,gRT\,(T/\theta)^3\,V_o\!\int \theta/T\,\xi/e^{\xi} - 1\,d\xi$$

இங்கு θ என்பது பொருளின் சிறப்பியல்பான ஒரு வெப்பநிலை. ϕ என்பது பொருளைத் தனிச்சுழி வெப்பநிலையில் Vo என்னும் பருமத்திலிருந்து V என்னும் பருமனுக்குச் சுருக்கும்போது அதன் தனி ஆற்றலில் ஏற்படும் அதிகரிப்பு; $\xi = h\gamma / kT$ இதில் h என்பது பிளாங்கின் மாறிலி. k என்பது போல்ட்ஸ்மன் மாறிலி. γ என்பது அதிர்வெண். இந்தச் சமன்பாடு, கருத்தின் அடிப்படையில் கிளாசியசின் சமன்பாட்டைப் போன்றதேயாகும்.

- கே.என்.ராமசந்திரன்

நிலைத்த நிலைகள்

குவாண்டம் எந்திரவியலில், ஒரு காட்சிப் பதிவுக்கான நிகழ்தகவு, காலத்தைப் பொறுத்து அமையாததாக அதாவது நிலைப்பாடு உள்ளதாக இருக்கும் ஆற்றல்

நிலை, நிலைத்த நிலை (stationary state) எனப்படும். நிலைத்த நிலைகள் காலத்தோடு மாறுவதில்லை. அவை இயற்பியல் அமைப்புகளைத் தனிச் சிறப்பாகக் குறிப்பிட வசதியானவை. எடுத்துக்காட்டாக, எந்த ஒரு கணத்திலும் ஒரு மின்னிறக்கக் குழாயிலுள்ள ஒவ்வோர் அணுவும் தன் நிலைத்த நிலைகளில் ஏதாவது ஒன்றில் இருப்பனவாகவும், பெரும்பாலான அணுக்கள் சிறும ஆற்றல் நிலையில் இருப்பதாகவும் குழாயிலிருந்து வெளிப்படும் எதிர் வீச்சிலிருந்து கிளர்வுற்ற நிலைகளின் எண்ணிக்கையை அளவிட முடியும் எனவும் வைத்துக்கொள்வது வசதியானதாகவும், வழக்கமானதாகவும், பயனுள்ளதாகவும் இருக்கிறது.

ஒரு நிலைத்த நிலை கட்டுண்டதாகவோ, கட்டுறாததாகவோ இருக்கலாம். கட்டுண்ட நிலைகள் தலத்தன்மை கொண்டவை. கட்டுறாத நிலைகள் தலத்தன்மை கொண்டவையல்ல. வழக்கமாக அமைப்பில் உள்ள துகள்கள் வரம்பிலி அளவிற்குப் பிரிந்து நிற்கும்போது அவற்றின் நிலையாற்றல் சுழியாகும். அவ்வாறான நிகழ்வில் கட்டுண்ட நிலைகளின் ஆற்றல் எதிரினமாகவும் கட்டுறாத நிலைகளின் ஆற்றல் எதிரினமில்லாததாகவும் அமையும். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு புரோட்டானும் ஓர் எலெக்ட்ரானும் அடங்கிய இயற்பியல் அமைப்பில் கட்டுண்ட நிலைகள், மின்நடுநிலையுள்ள அணுநிலை ஹைட்ரஜனின் எதிரின ஆற்றல் நிலைகளாகும். கட்டுறாத நிலைகள் H^+ என்ற ஹைட்ரஜன் அயனியின் நிலைகளாகும். அவற்றில் எலெக்ட்ரான் முக்கியமாகப் புரோட்டானின் அருகில் காணப்படாது. கட்டுண்டவையாக இருந்தாலும் இல்லாவிட்டாலும் நிலைத்த நிலைகள் வரையறுக்கப்பட்ட ஆற்றல் நிலைகள் ஆகும். அதாவது பெரும் எண்ணிக்கையிலான ஒரே நிலைத்த நிலையில் அமைகின்றபோது, அவற்றின் அளவிடப்பட்ட ஆற்றல் எப்போதும் சமமாக இருக்கும். மற்றப் புலனாகும் அளவீடுகளுக்கு இந்தப் பண்பு இருக்க வேண்டிய தேவையில்லை. அதாவது ஹைட்ரஜனின் சிறும ஆற்றல் நிலையிலுள்ள ஓர் எலெக்ட்ரான், புரோட்டானைப் பொறுத்து அளவிடப்பட்ட உந்தம் எப்போதும் ஒரே மதிப்புள்ளதாக இருக்க வேண்டிய தேவையில்லை.

- கே.என். ராமசந்திரன்

நிலைத்திறன் கூட்டல்

விமானப் பறப்பின் தரத்தை உயர்த்துவதற்காகத் தானியங்கிக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகளை பயன்படுத்துவதை, நிலைத்திறன் கூட்டல் (stability augumentation) என்பர். விமானியின் செயல்பாட்டுக்குக் கூடுதலான திறன் அளிக்கும் வகையில் விமானத்தின் கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகள் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. தொடக்கத்தில் தானியங்கிக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகள் நிலைப்படுத்திகள் (stabilizers) என்றும், அதன்பின் நிலைத்திறன் கூட்டி அமைப்புகள் என்றும் வழங்கப்பட்டன. இன்று அவை ஆளுகைக் கூட்டி அமைப்புகள் என்று குறிப்பிடப்படுகின்றன.

1950 இல் விமானத்தின் வளியியக்க நிலைத்திறனில் தோன்றும் குறைபாடுகளை நீக்கும் கருவிகள் மட்டுமே நிலைத்திறன் கூட்டிகள் எனப்பட்டன. 1970இல் இவற்றின் செயல்திறன் மிகவும் விரிவடைந்து விமான வடிவமைப்புத் தரங்களை உரிய அளவுக்கு உயர்த்துவதில் பெரும்பங்காற்றத் தொடங்கிவிட்டன. விமானத்தில் செயல்திறனை உயர்த்துதல், விமானத்தைத் திருப்புதல் மேலேற்றி, கீழிறக்குதல் ஆகியவற்றைச் செம்மைப்படுத்துதல், எரிபொருள் சிக்கனம் ஆகிய நோக்கங்களுடன் வளியியக்க வடிவமைப்புகளையும், கட்டுமான வடிவமைப்புகளையும் திட்டமிட்டு விமானத்தை உருவாக்கும்போது இது விமானியால் மட்டுமே இயலுவதில்லை.

தற்காலத்தில் மிகுந்த நம்பகத் தன்மையுள்ள தானியங்கிக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளன. மிகக் கடினமான சூழ்நிலைகளில்கூட நிலைத்திறன் குலையாவண்ணம் விமானத்தை பறக்கச் செய்யக்கூடிய தானியங்கி நிலைத்திறன் கூட்டி அமைப்புகளைச் சேர்த்து விமானங்களை வடிவமைக்கின்றனர். உயர் செயல்திறனுள்ள போர் விமானங்கள், குண்டு வீச்சு விமானங்கள், திருகு ஊர்திகள் (helicopters), செங்குத்தாய் ஏறியிறங்கும் விமானங்கள், போக்குவரத்து விமானங்கள் இவையனைத்திலும் ஏதாவது ஒரு நிலைத்திறன் கூட்டல் அமைப்பு கட்டாயமிருக்கும்.

வரலாறு. முதன் முதலாக ஆளற்ற சறுக்கு விமானங்களில் தானியங்கி நிலைப்படுத்துங் கருவிகள் பொருத்தப்பட்டன. 1914ஆம் ஆண்டில் ஒரு பறக்கும் படகில் தானியங்கிச் சிறகு மட்டச் சரிப்படுத்தி அமைப்பு பொருத்தப்பட்டு இயக்கிக் காணப்பட்டது. இரண்டாம் உலகப்போரின் பிற்பகுதியில் ஜெர்மானிய தாரை விமானங்களில் நவீன நிலைப்படுத்திக் கருவிகள் முதன்முதலில் பயன்படுத்தப்பட்டன.

1948ஆம் ஆண்டு அமெரிக்காவில் போயிங் XB 47 என்னும் தாரைப் பொறிகளைக் கொண்ட விமானத்தில்

கிடைத்தளப் பக்கவாட்டு அலைவை (yaw) மட்டுப்படுத்தும் கருவிகள் பொருத்தப்பட்டன.

1972 இல் அமெரிக்காவின் NASA இயக்கிக் காட்டிய ஓர் ஆய்வு விமானத்தில் முதன்முதலாக இலக்கவியல் மின்னணுவியல் விமானமோட்டி அமைப்பு பொருத்தப்பட்டிருந்தது. இதன் நம்பகத் தன்மை மிகவும் உயர்ந்ததாகக் கருதப்பட்டமையால் இதில் மாற்று ஏற்பாடாகச் செயல்படக்கூடிய எந்திரவியல் விமானமோட்டிக் கருவிகளோ, விமானி இயக்கக்கூடிய கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகளோ பொருத்தப்படவில்லை.

ஜெனரல் டைனமிக்ஸ் என்னும் நிறுவனம் வடிவமைத்த F16 போர் விமானம் ஒப்பு மின்னணுவியல் விமானமோட்டுக் கருவிகளையும், பறப்பு முக்கியத்துவ அசையா நிலைத்திறன் கூட்டல் அமைப்பையும் கொண்டது. தற்போது வணிக விமானங்களில் இலக்கவியல் பறப்புக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளும் நிலைப்படுத்தி அமைப்புகளும் பொருத்தப்படுகின்றன.

தத்துவம். நிலைத்திறன் கூட்டல் அமைப்புகள் விமானத்தின் இயக்கத்தை அளவிடும் உணர் கருவிகளைப் பயன்படுத்தித் தானியங்கி முறையில் காற்றியக்கவியல் பறப்புகளைக் கட்டுப்படுத்தி விமானத்தின் போக்கைத் தேவையான விதத்தில் திருப்பிவிடுகின்றன. இத்தகைய பின்னூட்டக் கட்டுப்பாட்டுச் செயல் பொதுவான விமானியின் உள்ளீட்டுடன் ஒரே வரிசையில் வருவதால் விமானியின் அறையிலுள்ள கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகள் நகரா. இதனால் விமானிக்குப் பின்னூட்டக் கட்டுப்பாடு அமைப்பின் உள்ளீடுகளைப் பற்றித் தெரியாது. பிறிதொரு வகையில் முழுமையான தானியங்கி வழிகாட்டி அமைப்புகளும், கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளும் விமானியின் உள்ளீடுகளுக்கு இணையாகச் செயல்படும் வகையில் எந்திரவிசைப் படுத்தப்பட்டுள்ளன.

நிலைத்திறன் கூட்டல் என்பது முழுமையான தானியங்கிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளின் ஓர் உள்ளார்ந்த உறுப்பேயாகும். விமானி, விமானத்தைத் தம் ஆளுகையில் எடுத்துக்கொள்ள விரும்பும்போது தானியங்கி வழிகாட்டிப் பகுதியும் கட்டுப்பாட்டுப் பகுதியும் விலக்கி வைக்கப்படும். இந்நிலையில் விமான ஒட்டிப் பகுதிகளும் நிலைப்படுத்தும் பகுதிகளும் எளிதாகக் கையாளப்படக்கூடிய தன்மையை விமானத்துக்கு அளிக்கும்.

பறப்புக் கட்டுப்பாடு மற்றும் நிலைத்திறன் கூட்டல் அமைப்புகள் பல வகைகளில் எந்திரமயமாக்கப் படுகின்றன. எந்திரவகை மற்றும் இலக்கவியல் கணக்கீட்டு அமைப்புகள், எந்திர விசையும் நீரியல் விசையும் கலந்த கருவியமைப்புகள், மின்விசையும் நீரியல் விசையும் சேர்ந்து இயக்கும் அமைப்புகள், எந்திரச் சுழலியால் இயங்கும் முடுக்கிகள் போன்ற பலவகைக் கருவிகள் பயன்படுகின்றன. 1970இல் மின்னணுவியல் சுற்றுகளால் இயக்கப்படும் நவீன அமைப்புகள் தொடங்கப்பட்டன. மொத்த அமைப்பின் நம்பகத்தன்மையை அதிகரிப்பதற்காக அந்த அமைப்புகளில் முக்கியமான உறுப்புகள் ஒவ்வொன்றும் இரண்டிற்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் இடம் பெறுகின்றன. விமானி அமைக்கும் கட்டுப்பாட்டுக் கருவியின் தண்டின் நிலை அழுத்தம் ஆற்றல் மாறிலிகளால் அளவிடப்படுகிறது. அந்த அளவு ஒரு மின்சைகையாக மாற்றப்பட்டுப் பரப்புக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவிக்கும் நிலைப்பாட்டுக் கணிப்பொறிகளுக்கும் அனுப்பப்படுகிறது.

பின்னூட்ட நிலைப்பாட்டுப் பகுதியில் பல உணர்கருவிகள் அமைந்துள்ளன. ஒன்று பழுதுபட்டாலும் அடுத்தது பணியைத் தொடர்ந்து செய்யும். மொத்தக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு முழுவதும் செயலிழக்கும் வாய்ப்பு இதனால் பெரிதும் குறைக்கப்படுகிறது. பல உறுப்புகள் ஒன்றன் பின் ஒன்றாகப் பழுதுபட்டால்தான் விமானக்கட்டுப்பாடு பாதிக்கப்படும். இக்கணிப்பொறிகள் அனைத்து நிலைப்படுத்தும் செயல்களையும், தானியங்கு வழிகாட்டி மற்றும் கட்டுப்பாட்டுச் செயல்களையும் வரையறுக்க வல்லவை. NASAவின் விண்வெளி ஓடத்தில் (space shuttle) இத்தகைய அமைப்புகளே பொருத்தப்பட்டுள்ளன. தானியங்கி வழிகாட்டி அமைப்புக்கும் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புக்கும் தனித்தனியான கணிப்பொறிகளை நிறுவுவதே வழக்கமாயிருக்கிறது. மின்னியல் நீரியல் விசைச் செயல் தொடக்கிகள் கணிப்பொறியிலிருந்து வரும் மின் சைகைகளினால் இயக்கப்படுகின்றன.

பயன். விமானம் பறக்கும்போது பக்கவாட்டிலும், மேல் கீழாகவும், முன்பின்னாகவும் அலைவுறும். இவ்வாறான அலைவுகளை விமானி இயக்குகிற கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகள் போதுமான அளவில் கட்டுப்படுத்தாது. நிலைத்திறன் கூட்டி அமைப்புகளின் முக்கியமான பயன் அந்த அலைவுகளைப் பெருமளவில் கட்டுப்படுத்துவதேயாகும்.

காற்று வீச்சு அல்லது விமானியின் செலுத்தல் நடவடிக்கையினால் இந்த அலைவு தோன்றக்கூடும். இதன் காரணமாக விமானி, விமானத்தைக் கட்டுப்படுத்துவது கடினமாகிவிடுகிறது. இத்தகைய

குறைபாட்டை நீக்க நிலைத்திறன் கூட்டி அமைப்பு பயன்படுகிறது. விமானம் பக்கவாட்டில் திரும்பும் வேகத்தை ஒரு சுழல் அளவி (gyroscope) உணர்ந்து கிடைத்தள அலைவு கட்டுப்படுத்திக்குத் தெரிவிக்கும். உடனே கட்டுப்படுத்தி சுக்கானை எதிர்த்திசையில் திருப்பும். இதேபோல் செங்குத்து அலைவு கட்டுப்படுத்தி, உருளல் கட்டுப்படுத்தி, ஒலியை மிஞ்சும் வேகத்தில் விமானம் பறக்கும்போது அதன் நிலைத்தன்மையைப் பராமரிக்கும் அமைப்புகள், முடுக்கம் சீராக உயர அல்லது குறையச் செய்யும் அமைப்புகள் எனப் பல வகையான நிலைத்திறன் கூட்டல் அமைப்புகள் நவீன விமானங்களில் இடம்பெறுகின்றன.

அசையா இறக்கை விமானங்களில் இடம்பெறும் செயல்பாட்டுக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளில் நிலையியல் நிலைத்திறன் கூட்டும் அமைப்பு இன்றியமையாதது. இதன் மூலம் விமானத்தின் நுண் சீரமைப்பு இழுப்புத் தடையைக் குறைக்கலாம். குறைந்த எரிபொருளைப் பயன்படுத்தலாம். உள்ளார்ந்த நிலையில் நிலைப்பாட்டைப் பெற்றுள்ள ஒரு விமானம் காற்று வீச்சாலோ, விமானியின் செயலாலோ நிலை மாற்றம் அடைந்தால் தானே மீண்டும் சீராகிவிடும். கிடைத்தள வாலில் ஒரு சிறிய கீழ் அழுத்தும் சுமையைப் பொருத்துவதன் மூலம் உள்ளார்ந்த நிலையியல் நிலைத்தன்மையை ஏற்படுத்த முடிகிறது. இவ்வாறு வால்பகுதியில் சுமை கூடியிருப்பதை ஈடுசெய்வதற்காக இறக்கைகளைச் சற்றுக் கூடுதலான கோணத்தில் காற்று மோதும்படித் திருப்பி வைக்கவேண்டும். இதன் காரணமாகக் காற்றின் இழுப்புத் தடை மிகுதியாகிறது. செயல்நிலைக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பைப் பொருத்தி, நிலையியல் நிலைத்தன்மையை உண்டாக்க முயலும்போது இறக்கையின் கோணத்தைக் குறைத்துக் காற்றுத் தடையையும் குறைக்கலாம். அதன் மூலம் பறப்புச் செயல்திறனை 3 - 5% கூடுதலாக்கலாம்.

- கே.என். ராமசந்திரன்

நிலைப்படுத்தல்

ஓர் அளவு அல்லது சூழ்நிலையில் ஏற்ற இறக்கங்கள் ஏற்படாமல் தடுக்கும் அல்லது அவற்றைச் சிறுமமாக்கும் செயல்முறை, நிலைப்படுத்தல் (stabilization) எனப்படும். இதனைப் பொதுவாக இரு வகைப்படுத்தலாம். அவை எந்திர அமைப்புகளைச் சார்ந்தவை (mechanical system), மின்னமைப்புகளைச் சார்ந்தவை (electrical system) என்பன.

நிலைப்படுத்தல் (எந்திரப் பொறியியல்). கப்பல், விமானம் ஆகியவற்றைச் செலுத்தும்போது, அவை எவ்வாறு அலைந்தாலும், திசை திருப்பினாலும் தானியங்கி வலவன் போன்ற வழிகாட்டு அமைப்புகளின் செயல்பாட்டுத் திசை மாறிவிடாமல் நிலைப்படுத்தும் பணியைச் சுழல் அளவி (gyroscope) செய்கிறது.

ஒரு ராடார் உணர் சட்டத்தை அனைத்து நிலைகளிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையை நோக்கியவாறு இருக்குமாறு செய்யும் மிகு செயல்திறன் வாய்ந்த நிலைப்படுத்துங் கருவிகள் கப்பல்களிலும் விமானங்களிலும் பொருத்தப்படுகின்றன.

சுழல்காட்டி கனமாக உள்ளமையாலும், இதன் விலை மிகுந்துள்ளமையாலும் நிலைப்படுத்துதலுக்குத் தற்போது கப்பல்களின் உடற்பகுதியின் (hull) பக்கங்களில் நீர்த் தேக்கிகள் (water chambers) வைக்கப்படுகின்றன. இவை கப்பலின் இரு பக்கங்களிலும் பாயும் நீரோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதால் நிலைப்புத்தன்மை பெறப்படுகிறது.

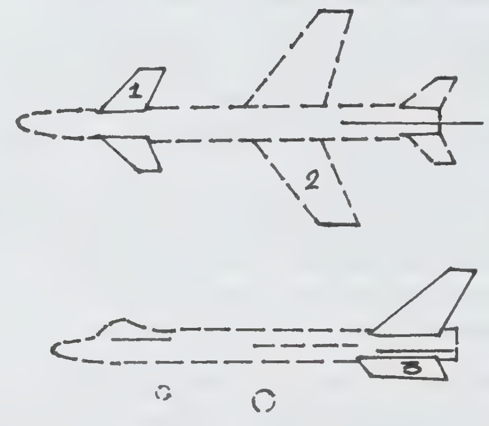
நிலைப்படுத்தல் (மின்னணுப் பொறியியல்). மின் கருவிகளில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவை ஏற்றத்தாழ்வின்றி ஒரே அழுத்தத்தில் சீராக்குதலும் நிலைப்படுத்தல் எனப்படுகிறது. காண்க. சீராக்கி.

வெற்றிடக்குழல் அல்லது திரிதடையங்களில் (transistors) பயன்படுத்தும் திறன் பெருக்கிக் கட்டங்களில் பின்னூட்ட முறைகள் மூலம் நிலைத்தன்மை உண்டாக்கப்படுகிறது. மிகைப்புப்படுத்தலை (amplification) மின்முனை மின்னழுத்தம், வெற்றிடக் குழாய் மாறிலி ஆகியவற்றைச் சார்ந்திராமல் செய்வதன் மூலம் மேற்கூறியவற்றில் நிலைப்படுத்தல் உண்டாக்கப்படுகிறது.

- கே.என். ராமசந்திரன்

நிலைப்படுத்தி (வானூர்தி)

பறக்கும் சமயங்களில் வானூர்தியின் நீளவாட்டுச் சமநிலையை நிலைப்படுத்தப் பயன்படும் கிடைமட்ட அல்லது செங்குத்துத் தள அமைப்பே, நிலைப்படுத்தி (stabilizer) எனப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட கோண அளவில் காற்றால் ஏற்படும் தாக்குதலுக்குத் தகுந்தவாறு உயர்த்துவிசையைக் கொடுக்கவும், பறக்கும்போது வானூர்தியின் எடையை நிலைப்படுத்த வானூர்தியை உயர்த்தவும் நிலைப்படுத்தி பயன்படுகிறது.



1. நிலைப்படுத்தி 2. இறகு 3. துடுப்பு

கிடைமட்ட நிலைப்படுத்தி வானூர்தியின் முன் பக்கங்களிலோ, பின் பக்கங்களிலோ, வால் பகுதியே இராத அமைப்பிலோ காணப்படும். செங்குத்து நிலைப்படுத்தி வானூர்தியின் பின் பகுதியில் பொருத்தப்படும்.

மிகு வேகத்தில் செல்லக்கூடிய வானூர்திகளில் துணைச் செங்குத்து நிலைப்படுத்தி இறக்கை அல்லது கட்டுமானச் சட்டத்தின் கீழ்க் காணப்படும். பின்பு ஏற்ற இறக்கத்தட்டு (elevator), சுக்கான் (rudder) கட்டுப்பாடுகள் உடைய வானூர்திகளில் கட்டுமானச் சட்டத்துடன் நிலைப்படுத்தி பொருத்தப்படுகிறது. நிலைப்படுத்தி, பின்புற ஏற்ற இறக்கத்தட்டிற்கும், சுக்கானுக்கும் தாங்குதிறனைக் (support) கொடுக்கிறது.

காண்க. சுக்கான், வானூர்தி

- வி. சண்முகசுந்தரம்

நிலைப்படுத்தும் தடையம்

பொதுவாகத் தடையங்களில் மின்னோட்டம் உயரும்போது மின்தடை குறையவும், மின்னோட்டம் குறையும்போது மின்தடை உயரவும் செய்யும். ஆனால் நிலைப்படுத்தும் மின் தடையங்களில் மின்னோட்டம் உயரும்போது மின்தடை கூடவும், மின்னோட்டம் குறையும்போது மின்தடை குறையவும் செய்யும். இவ்வாறு மின்னழுத்த மாற்றங்கள் ஏற்பட்டாலும் நிலைப்படுத்தும் தடையங்களில் (ballast resistor) பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவு நிலையாக இருக்கும். ஆகவே இவை மாறக்கூடிய மின்னமைப்பில் பயன்படுகின்றன. சான்றாகத் தன்னொளிர் விளக்குகளில் (fluorescent lamp) நிலைப்படுத்தும் தடையங்கள் மின்முனைகளைச் சூடாக்கத் தேவையான மின்னோட்டத்தையும் மின்னழுத்தத்தையும் கொடுக்கின்றன. காண்க: தன்னொளிர் விளக்கு.

தன்னொளிர் விளக்கு வெப்பம் கூடும்போது, மின்தடை கூடக்கூடிய மின்தடைப் பொருள்களைக் கொண்டு செய்யப்படுகிறது. மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும்போது வெப்பம் கூடுவதால் மின் தடையும் கூடுகிறது. அதன் பிறகு மின்னோட்டம் குறைகிறது. வெப்பம் வெளியேறுவதைத் தடுப்பதற்கு ஏற்றவாறு இவ்வகை மின் தடையங்கள் வெற்றிட அமைப்பினுள் வைக்கப்படுகின்றன. ஆகவே இவை தொடரிலுள்ள (link voltage) மின்னழுத்த மாற்றங்களைச் சமப்படுத்துவதற்குப் பயன்படுகின்றன.

- என். தியாகராஜன்

நிலைமைத் திருப்புத்திறன்

திண்பொருள்களின் சுழற்சியைப் பற்றிய ஆய்வில் இன்றியமையாப் பங்கு பெறுவது நிலைமத் திருப்புத்திறன் (moment of inertia) என்னும் பண்பாகும். ஒரு குறிப்பிட்ட நேர்கோட்டிலிருந்து r தொலைவில் உள்ள m என்னும் நிறையை உடைய துகள் அக்கோட்டினை அச்சாகக் கொண்டு சுழலுமாயின் துகளின் நிறை, நேர்கோட்டிலிருந்து அதன் தொலைவின் இருமடி ஆகியவற்றின் பெருக்கற் பலன் mr^2 அத்துகளின் அக்கோட்டினைப் பற்றிய நிலைமத் திருப்புத்திறன் எனப்படுகிறது.

பல துகள்கள் அடங்கிய தொகுதி ஒன்றில் m_1, m_2, m_3 ......, என்னும் வெவ்வேறு நிறைகள் கொண்ட துகள்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட நேர்கோட்டிலிருந்து முறையே r_1, r_2, r_3.... ஆகிய தொலைவுகளில் இருந்தால் அத்தொகுதியின் அக்கோட்டைப் பற்றிய நிலைமத்திருப்புத்திறன் $I = m_1r_1^2 + m_2r_2^2 + m_3r_3^2 .... = \Sigma mr^2$ திண்பொருள்களின் எண்ணற்ற துகள்கள் தொடர்ச்சியாக அமைந்துள்ளமையால் $I = \int mr^2$

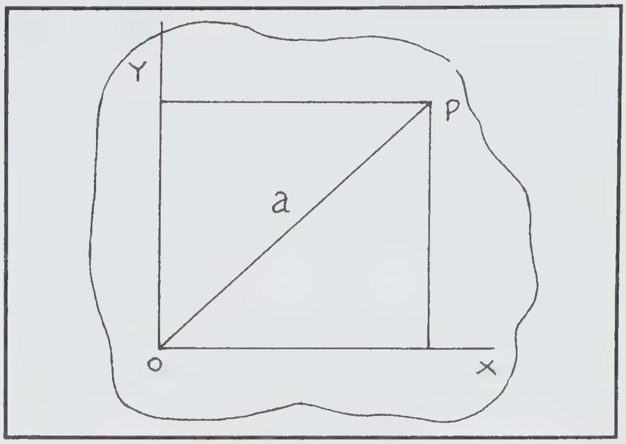
மேலும் பொருளின் நிறை முழுவதும் குறிப்பிட்ட ஓர் அச்சிலிருந்து K தொலைவிலுள்ள ஒரு புள்ளியில் செறிந்துள்ளமையைக் கற்பனை செய்துகொண்டால் $MK^2 = \Sigma mr^2$ என்று ஆகும். K என்பது அப்பொருளின் அக்குறிப்பிட்ட அச்சைப் பற்றிய சுழற்சி ஆரம் (radius of gyration) எனப்படும். இவ்வாறாக $I = \Sigma mr^2 = MK^2$.

எனவே ஒரு பொருளின் ஒரு குறிப்பிட்ட அச்சைப் பற்றிய நிலைமத்திருப்புத்திறன் அதன் நிறையையும், அந்த அச்சைப் பொறுத்து அப்பொருள் எவ்வாறு அமைந்துள்ளது என்பதையும் பொறுத்து அமைகிறது. எனினும் ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளின் ஒரு குறிப்பிட்ட அச்சைப் பற்றிய நிலைமத் திருப்புத்திறன் எப்போதும் ஒரு மாறாத மதிப்பையுடைது. நிலைமத் திருப்புத்திறன் கிலோகிராம்-மீட்டர்^{2} என்னும் அலகுகளில் அளக்கப்படுகிறது. I என்னும் நிலைமத் திருப்புத்திறன் கொண்ட ஒரு பொருள் ஓர் அச்சைப் பற்றி ω என்னும் கோணத்திசைவேகத்துடன் சுழலுமாயின் அதன் இயக்க ஆற்றல் $1/2\ I\omega^2$க்குச் சமமாகும். எனவே, அலகு கோணத்திசைவேகத்துடன் சுழலும் ஒரு பொருளின் இயக்க ஆற்றலைப் போல இரு மடங்கு என நிலைமத் திருப்புத்திறனை வரையறுக்கலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட அச்சைப் பற்றிச் சுழலும் ஒரு திண் பொருளிலுள்ள அனைத்துத் துகள்களின் உந்தங்களின் அக்குறிப்பிட்ட அச்சைப் பற்றிய மொத்தத் திருப்புத்திறன், பொருளின் அந்த அச்சைப் பற்றிய கோண உந்தம் எனப்படும். அது Iω க்குச் சமம். எனவே அலகு கோணத் திசைவேகத்துடன் சுழலும் ஒரு பொருளின் சுழல் அச்சைப் பொறுத்த கோண உந்தமாகவும் நிலைமத் திருப்புத்திறன் விவரிக்கப்படுகிறது.

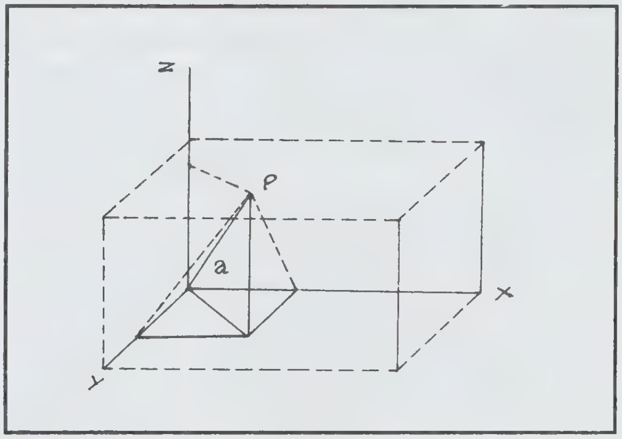
நிலைமத்திருப்புத் திறன் தேற்றங்கள்

நேர்குத்து அச்சுத் தேற்றம். ஒரு மென் தகட்டின் தளத்திற்குச் செங்குத்தாக உள்ள ஓர் அச்சைப் பற்றிய அத்தகட்டின் நிலைமத் திருப்புத்திறன், அத்தகட்டின் தளத்திலேயே அமைந்துள்ளவையும், செங்குத்து அச்சு மென் தகட்டைச் சந்திக்கிற புள்ளியில் சந்தித்துக் கொள்கிறவையும், ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தானவையுமான இரண்டு அச்சுகளைப் பற்றிய அந்த மென் தகட்டின் நிலைமத் திருப்புத் திறன்களின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமமாகும். ஒரு மென் தகட்டின் தளத்திலுள்ள OX, OY என்னும் அச்சுகளைப் பற்றிய அத்தகட்டின் நிலைமத் திருப்புத் திறன்கள் I_x, I_y எனில் இவ்விரண்டு அச்சுகளுக்கும் செங்குத்தாய் அமைந்த OZ என்னும் அச்சைப் பற்றிய அதன் நிலைமத் திருப்புத்திறன் I_z எனில் $I_z=I_x + I_y$. ox, oy, oz ஆகிய ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான மூன்று அச்சுகளுடன் பொருந்தும் வகையில் முறையே நீளம், அகலம், உயரம் ஆகியவை அமைந்த ஒரு செவ்வகப் பொருளைக் காணலாம்.

மூன்று அச்சுகளைப் பற்றிய நிலைமத் திருப்புத்திறன்கள் முறையே I_x, I_y, I_z எனில் $I_x + I_y + I_z = 2MK^2$. இங்கு K என்பது தொடக்கப் புள்ளியைப் பற்றிய சுழல் ஆரம்.



படம் 1 மென்தகட்டுக்கு நேர்குத்தச்சுத் தோற்றம்

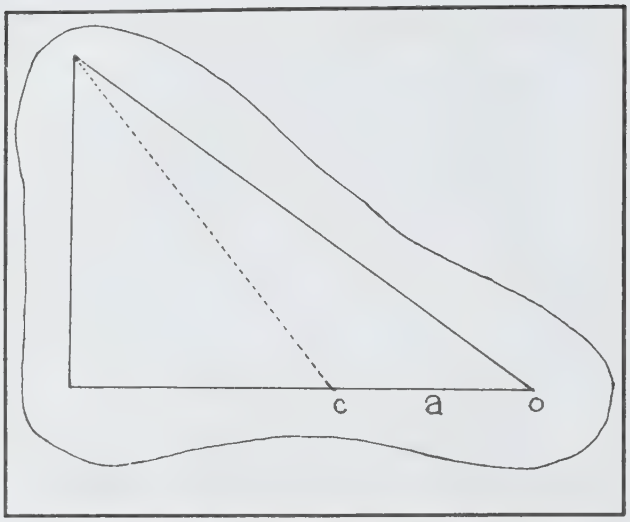


படம் 2. முப்பரிமாணப் பொருளுக்கு நேர்குத்தச்சுத் தேற்றம்

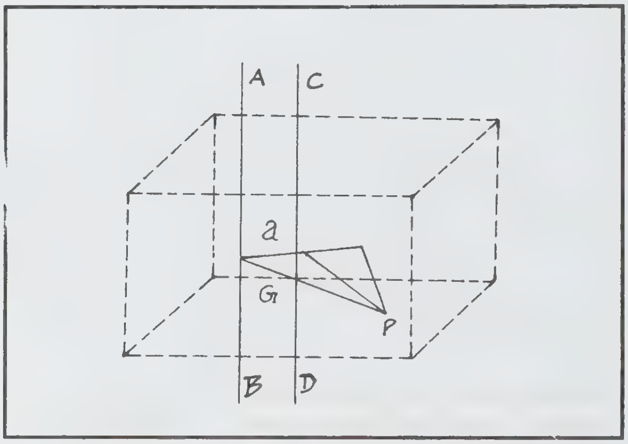
இணை அச்சுத் தேற்றம். M என்னும் நிறையை உடைய ஒரு பொருளின் நிறை மையம் வழியாகச் செல்லும் அச்சைப் பற்றிய நிலைமத் திருப்புத் திறன் I எனில் அந்த அச்சிலிருந்து a தொலைவிலுள்ள மற்றோர் இணையான அச்சைப் பற்றிய பொருளின் நிலைமத் திருப்புத்திறன் $I' = I+Ma^2$

படம் 3 இல் உள்ள மென்தகட்டில் C என்பது அதன் நிறை மையம் Ic எனலாம். இதன் வழியாக மென்தகட்டின் தளத்திற்குச் செங்குத்தாகச் செல்லும் ஓர் அச்சைப் பற்றிய தகட்டின் நிலைமத் திருப்புத்திறன், Ic எனலாம். இந்த அச்சுக்கு இணையாக O என்னும் புள்ளி வழியாகச் செல்லும் ஓர் அச்சைப் பற்றிய மென்தகட்டின் நிலைமத் திருப்புத்திறன் I எனில், $I= I_c + Ma^2$

படம் 4 இல் உள்ள ஒரு முப்பரிமாணமுள்ள பொருளில், G என்பது அதன் நிறை மையம். அதன்



படம் 3. மென்தகட்டுக்கு இணையச்சுத் தேற்றம்



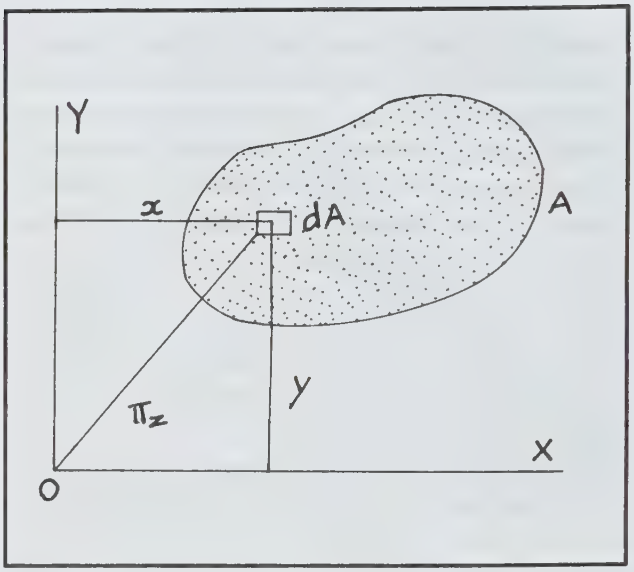
படம் 4. முப்பரிமாணப் பொருளுக்கு இணையச்சுத் தேற்றம்

வழியாக CD என்னும் அச்சு செல்கிறது. இதற்கு இணையாக a தொலைவிலுள்ள AB என்னும் ஓர் அச்சைப் பற்றிய பொருளின் நிலைமத் திருப்புத்திறன் I, CD அச்சைப் பற்றிய பொருளின் நிலைமத் திருப்புத்திறன் Ic, பொருளின் நிறை M எனில், $I = I_c + Ma^2$.

- கே.என். ராமசந்திரன்

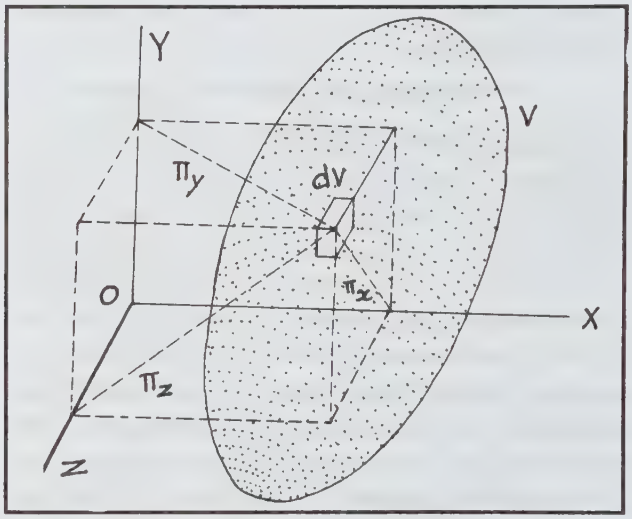
நிலைமப் பெருக்கு தொகை

XY என்னும் செவ்வக அச்சுகளைப் பற்றிய, A என்னும் பரப்பின் நிலைமப் பெருக்கு தொகை $I_{xy} = \int xy\ dA$ (படம் 1)



படம் 1. பரப்பில் நிலைமப் பெருக்குத் தொகை

XY அச்சுகளைப் பற்றிய, V என்னும் பருமத்தில் அடங்கிய நிறையின் நிலைமப் பெருக்கு தொகை $I_{xy} = \int xy\ \rho dv$ (படம் 2)



படம் 2. பருமத்தில் நிலைமப் பெருக்குத் தொகை

இதே போல, I_{yz}, I_{zx} ஆகிய பெருக்கு தொகைகளையும் கணக்கிடலாம். பரப்பளவில் நிலைமப் பெருக்குத் தொகை மீட்டர்^{4} போன்ற நான்மடி அலகுகளில் அளக்கப்படுகிறது. நிறையின் நிலைமப்பெருக்கு தொகை கிலோகிராம்-மீட்டர்^{2} போன்ற அலகுகளில் அளக்கப்படும். நிலைமப் பெருக்கு தொகை நேரினமாகவோ எதிரினமாகவோ இருக்கலாம்.

நிலைமத்தின் முதன்மை அச்சுகளைப் பொறுத்து ஒரு வடிவத்தின் நிலைமப் பெருக்கு தொகை சுழியாகும். ஒரு வடிவம் YZ தளத்தைப் பொறுத்து, எதிர்பலிப்புச் சமச்சீர்மை உள்ளதாக இருந்தால், $I_{zx} = I_{xy} = 0$

- கே.என். ராமசந்திரன்

நிலைமம்

நியூட்டனின் முதல் இயக்கவிதியின்படி ஒரு பொருள், அதன் மேல் வெளிவிசை ஏதும் செயல்படாத வரை தன் ஓய்வு நிலையிலோ ஒரு நேர்கோட்டில் சீரான திசைவேகத்துடன் இயங்கிக்கொண்டிருக்கிற நிலையிலோ தொடர்ந்து நீடிக்கும் என்பது தெளிவு. இவ்வாறு ஒரு பொருளுக்கு வெளி விசையின் தலையீடு இன்றித் தானாகவே தன் ஓய்வு நிலையையோ சீரான நேர் கோட்டு இயக்கநிலையையோ மாற்றிக் கொள்ள முடியாமல் இருக்கும் தன்மை நிலைமம் (inertia) எனப்படும். இது பருப்பொருளின் அடிப்படையான பண்பாகும். இதன் காரணமாகவே ஓய்வு நிலையில் இருக்கும் ஒரு பொருள் தன்னை அசையச் செய்யப்படும் முயற்சிகளை எதிர்க்கிறது. ஒரு நேர்கோட்டில் சீரான திசைவேகத்துடன் இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் ஒரு பொருள் தன்னுடைய திசைவேகத்தை மட்டுமன்றித் தன் பயணத்திசையையும் மாற்றச் செய்யப்படும் முயற்சிகளுக்கு எதிர்ப்புக் காட்டுகிறது.

ஒரு பொருளின் நிறை அதிகமாக அதிகமாக அதன் நிலைமம் அதிகமாகும். எனவே ஒரு பொருளின் நிறை அதன் இடப்பெயர்ச்சி இயக்கத்திற்கான நிலைமத்தை அளவிட உதவும். அதே போலச் சுழற்சி இயக்கத்திலுள்ள ஒரு பொருளும் நிலைமப் பண்பு கொண்டுள்ளது. ஒரு சுழலும் பொருள் அதன் சுழற்சி வேகத்தை அதிகரிக்கவோ குறைக்கவோ செய்யப்படும் முயற்சிகளை எதிர்க்கிறது. இவ்வாறு ஒரு சுழலும் பொருளின் சுழற்சி வேகத்தை மாற்ற அதன் மேல் செலுத்தப்படும் சுழல் விசையிரட்டையின் அளவு அதிகமாக அதிகமாக அப்பொருள் காட்டும் எதிர்ப்பும் அதிகமாகிறது. இந்த சுழற்சிக்குரிய நிலைமம் அப்பொருளின் சுழற்சி அச்சைப் பற்றிய நிலைமத் திருப்புத் திறன் எனப்படும்.

- கே.என். ராமசந்திரன்

நிலைம வழிக்காட்டமைப்பு

இது பயண அமைப்பில் ஏவூர்தி, வானூர்தி, நீர்மூழ்கிக் கப்பல் போன்றவற்றை வழிப்படுத்தப் பயன்படும் ஒரு முறையாகும். நிலைம வழிக்காட்டமைப்பில் (inertial guidance) நிலைமைப் பயண அமைப்பி (inertial navigator) என்னும் கருவி ஊர்தியை வழிப்படுத்தத் தேவையான தகவல்களைக் கொடுக்கும். இக்கருவி சுழல் காட்டிகளையும் முடுக்க அளவிகளையும் கொண்டிருக்கும். நிலைமப் பயண அமைப்பிலிருந்து கிடைக்கும் தகவல்களைக் கொண்டு ஒரு மின் கணிப்பொறி (electronic computer) ஊர்தியின் நிலையைக் கணக்கிட்டு வழிப்படுத்தும்.

இயக்கம். நிலைமப் பயண அமைப்பி, ஊர்தியின் ஓட்டத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களைத் தன்னியக்கமாக அளந்து இத்தகவலைக் கணிப்பொறிக்குக் கொடுக்கும். இதனைக் கொண்டு கணிப்பொறி, வானூர்தி, தன் தொடக்கப்புள்ளியிலிருந்து தற்போது கடந்துள்ள தொலைவையும் வானூர்தி பறந்து கொண்டிருக்கும் திசையையும் கணக்கிடும்.

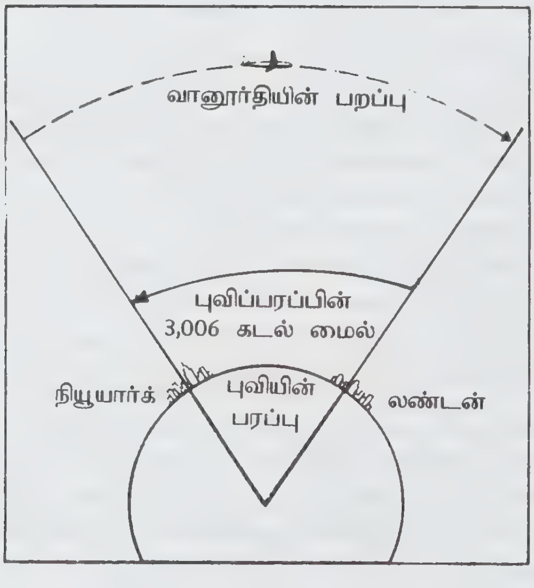
நிலைமப் பயண அமைப்பில் மூன்று சுழல்காட்டிகள் காணப்படும். இவை இருசுகளின் (axles) மேல் வெவ்வேறு திசைகளில் சுற்றும். இருசுருளுக்கிடையே 90^0 கோணம் கொண்டிருக்குமாறு இவை பொருத்தப் பட்டிருக்கும். ஒவ்வொரு சுழல்காட்டியும் நகரும் சட்டங்கள் இரண்டினால் நிலையாக வைக்கப்பட்டிருக்கும். வானூர்தியின் உருளல் (rolling), தலை குப்புற விழுதல் (pitching), திருப்புதல் போன்ற நிலைகளில் சுழல்காட்டிகள் நிலையாக வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

அனைத்துச் சுழல்காட்டிகளும் நிலைம நோக்கீட்டு அமைப்பு (inertial reference system) என்னும் நிலையான கோடுகளை உண்டாக்கும். இக்கோடுகளுக்கு ஏற்றாற்போல் முடுக்க அளவிகள் வானூர்தியின் இயக்கத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களைக் கணக்கிடும். நிலைமப் பயண அமைப்பியில் ஒரு செங்குத்துக்கோடு காணப்படும். இக்கோடு வானூர்தியின் பறப்புத் தொலைவிற்கு ஏற்ப நகரும். எனவே இக்கோட்டின் நிலையில் ஏற்படும் மாற்றங்களைப் பதிவு செய்து ஊர்தி கடந்துள்ள தொலைவைக் கணக்கிடும். இக்கோடு புவியின் மையத்தை நோக்கிய திசையைச் சுட்டும்.

புவியின் மேலுள்ள ஏதேனும் இரு புள்ளிகளிலிருந்து புவிப்பரப்புக்கு வரையப்படும் செங்குத்துக்கோடுகள் புவியின் மையத்தில் சந்திக்கும். இக்கோடுகளுக்கு இடையேயுள்ள கோணம், புள்ளிகளுக்கிடையேயுள்ள

தொலைவைக் கொடுக்கும். கோணத்தில் ஒவ்வொரு கலையும் (minute) ஒரு கடல் மைல் (1கடல் மைல் = 1,852 கி.மீ.) பரப்புத் தொலைவினைச் சுட்டும். நியூயார்க் நகரத்திற்கும் லண்டனுக்கும் இடையேயுள்ள தொலைவு 3,006கடல் மைல். எனவே நியூயார்க்கிலிருந்து லண்டனுக்குப் பயணம் செய்யும் விமான ஓட்டி, நிலைமப்பயண அமைப்பியின் செங்குத்துக் கோடு 3,006 கலைக் (50°,6 கலை) கோணம் நகர்ந்தவுடன் வானூர்தி லண்டனை அடைந்துவிட்டது என அறிவர்.

பயன். ஒரு வானூர்தி அதன் இலக்கினை அடைய அது சரியான திசையில் பறக்கவும், சரியான தொலைவைக் கடக்கவும் வேண்டும். நிலைம வழிகாட்டமைப்பு இராவிடில், ஒரு விமான ஓட்டி வானூர்தி சரியான திசையில் பறக்கிறது என்பதை உறுதி செய்ய நிலப்பரப்பிலுள்ள வானொலி வகை வழிகாட்டிகளிலிருந்து வரும் சைகைகள் அல்லது திசைகாட்டிகளையே (compasses) நம்பியிருக்க வேண்டும்.



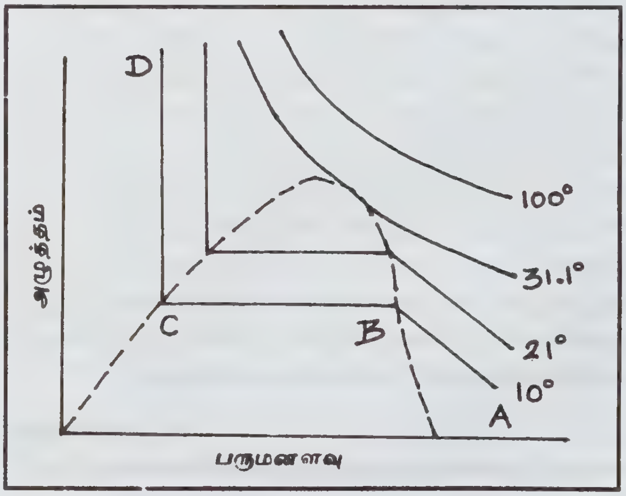
எல்லைச் சுட்டி (landmarks) இராதபோதும் தவறான செய்தித் தொடர்புகள் கிடைக்கும்போதும் நிலைம வழிகாட்டமைப்பைக் கொண்டே விமான ஓட்டி வானூர்தியின் தொலைவைக் கணக்கிட முடியும். போர்க்காலங்களில், தவறான அல்லது குழப்பமான தகவலைக் கொண்டு எதிரிகள் ஒரு நிலைம வழிகாட்டுப் பயண அமைப்பைச் செயலிழக்கச் செய்ய (jam) இயலாது.

- இரா. இந்து

நிலைமாறு மாறிலிகள்

வளிம நிலையிலுள்ளவற்றை நீர்ம நிலைக்கு மாற்றும் முயற்சி நெடுங்காலமாகவே நடந்து வந்துள்ளது. அம்மோனியா, குளோரின் போன்ற வளிமங்களை மிகை அழுத்தத்திற்குட்படுத்தினால் நீர்மங்களாகின்றன. கார்பன் டைஆக்சைடு, ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு, சல்ஃபர் டை ஆக்சைடு போன்ற சில வளிமங்களை நீர்மமாக்க மிகை அழுத்தத்துடன் வெப்பநிலைக் குறைவும் தேவைப்படுகிறது. இவ்விரு வசதிகள் அமைந்தாலும் நைட்ரஜன், ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் முதலிய சில வளிமங்களை நீர்மநிலைக்கு மாற்ற முடியவில்லை. இவ்வளிமங்களை நீர்ம நிலைக்கு மாற்றவே முடியாது என்னும் ஒரு கருத்தும் அக்காலத்தில் நிலவியது. வளிம நிலையினின்றும் மாறாத நிலையான இயல்பு பெற்றிருந்தமையால் அவ்வளிமங்கள் நிலைத்த வளிமங்கள் எனப்பட்டன. ஆனால் இக்கருத்து பிற்காலத்தில் மாற்றப்பட்டுவிட்டது.

1869ஆம் ஆண்டில் ஆண்ட்ரூஸ் என்பார் கார்பன் டைஆக்சைடு-அழுத்தம், வெப்பநிலை ஆகியவற்றைச் சார்ந்து பெறும் மாறுதல்களை ஆராய்ந்தார். இதனால் வளிமங்களை நீர்மங்களாக்கத் தேவையான உண்மைகள் வெளிப்பட்டன. குறிப்பிட்ட அளவான கார்பன் டை ஆக்சைடை ஒரு கண்ணாடிக் குழலில் இட்டு மாறாத வெப்பநிலையில் வெவ்வேறு அழுத்தங்களில் வளிமத்தின் பருமன் அளவுகளைக் கணக்கிட்டார். இந்த ஆய்வை வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் நிகழ்த்தி ஆண்ட்ரூஸ் வளிமத்தின் பருமனளவுக்கும் அழுத்தத்திற்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பை வரைபடத்தில் குறித்து வரைகோடுகள் பெற்றார். இவ்வரைகோடுகள் சமவெப்பநிலைக் கோடுகள் எனப்படுகின்றன.



சம வெப்பநிலைக்கோடு ABCD, கார்பன் டைஆக்சைடு வளிமம் 10^0C வெப்பத்தில் உட்படுத்தப்படும் அழுத்தம்-பருமனளவைக் குறிப்பிடுகின்றது. வரைகோட்டை ஆராய்ந்தால், அழுத்தம் மிகுதியாவதால் வளிமத்தின் பருமனளவு அதற்கேற்பக் குறைந்து கொண்டே வந்து குறிப்பிட்ட அழுத்தத்தில் (B) வளிமம் நீர்மமாகிறது. வளிமம், சிறிது சிறிதாக நீர்மமாக மாறி முழுவதுமாக நீர்மமாக மாறும்வரை அழுத்தம் மாறுவதில்லை. வளிமத்தின் பருமனளவு படிப்படியாகக் குறைந்து கொண்டே வருகிறது. இந்நிலையை BC கோட்டுப்பகுதி குறிக்கிறது. இப்பகுதி பருமனளவு அச்சுக்குப் பெரும்பாலும் இணையாகவே அமைகிறது. வளிமம் முழுவதும் நீர்மமாக்கப்பட்டுவிட்ட நிலையை C குறிக்கிறது. வரைகோட்டின் பகுதி ஏறத்தாழச் செங்குத்தாக அமைந்திருப்பதிலிருந்து நீர்மத்தின் பருமனளவு அழுத்த அதிகரிப்பதால் பாதிக்கப்படுவது மிகக் குறைந்த அளவே என்று தெரிகிறது.

சமநிலை வெப்பக் கோட்டின் AB பகுதி வளிம நிலையையும், CD பகுதி நீர்ம நிலையையும் குறிக்கின்றன. BC பகுதி பருமனளவு அச்சுக்கு இணையாக அமைவதால் வளிமமும், நீர்மமும் அடங்கிய சமநிலையில் அழுத்தம் நிலையாக அமைகிறது என்பது வெளிப்படையாகும். BC மூலமாகக் குறிக்கப்படும் அழுத்தம் சமவெப்பநிலைக் கோடு சார்ந்த வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் அமைந்த சமவெப்பநிலைக் கோடுகளைப் பார்த்தால், உயர் வெப்பத்தால் சமவெப்பநிலைக் கோடுகளின் கிடக்கைப் பகுதி படிப்படியாகக் குறைந்து 31.1^0C வெப்பத்தில் அப்பகுதி ஒரு புள்ளி அளவில் மட்டும் அமைவதைக் காணலாம். 31.1^0Cக்கு மேற்பட்ட வெப்பநிலைகளில் கிடக்கைப்பகுதி இராமல் சமவெப்பநிலைக் கோடுகள் அமைகின்றன. எனவே 31.1^0C வெப்பநிலையில் வளிமம் இறுக்கமுற்றால் நீர்மமாக மாற முடியும். அதற்கு மேற்பட்ட வெப்பநிலைகளில் எவ்வளவு அதிக அழுத்தம் கொடுத்தாலும் கார்பன் டைஆக்சைடு நீர்மமாக மாறாது. இதேபோல் பிற வளிமங்களும் அமைகின்றன. அந்த குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு மேல் வளிமங்கள் எவ்வளவு அழுத்தத்திற்குட்படுத்தப்பட்டாலும் நீர்மங்களாக மாற முடியாது. இவ்வாறு வரையறை கொண்ட வெப்பநிலை, வளிமத்தின் நிலைமாறு வெப்பநிலை எனப்படுகிறது.

நிலைமாறு வெப்பநிலையில் வளிமத்தை நீர்மமாக்கத் தேவையான சிறும அழுத்தத்தை வளிமத்தின் நிலைமாறு அழுத்தம் என்பர். நிலைமாறு அழுத்த, வெப்பநிலைகளில் ஒருகிராம் மூலக்கூறு அளவான வளிமம் கொள்ளும் பருமனளவு, வளிமத்தின் நிலைமாறு பருமனளவு எனப்படும். நிலைமாற்றத்தைக் குறிக்கும் நிலைமாறு வெப்பநிலை, நிலைமாறு அழுத்தம், நிலைமாறு பருமனளவு ஆகியன பொதுவாக நிலைமாறு மாறிலிகள் எனப்படும்.

நிலைமாறு வெப்பநிலை. இது ஒரு பொருள் ஒரு திரள்நிலையிலிருந்து மற்றொரு திரள்நிலைக்கு மாறும் வெப்பநிலை (transition temperature) ஆகும். திண்மம், நீர்மம், வளிமம், கூழ்மம் என்பன பல்வேறு திரள் நிலைகள் (states of aggregation) ஆகும். உருகுநிலை, உறைநிலை, கொதிநிலை, பதங்கமாதல் ஆகியன நிலைத்திரிபு வெப்பநிலைகளாகும். இவை தவிர ஒரு திண்மம் ஒரு குறிப்பிட்ட படிக நிலையிலிருந்து மற்றொரு படிக நிலைக்கு மாறும் வெப்பநிலையும் இதிலடங்கும். கந்தகம், கார்பன், பாஸ்ஃபரஸ், வெள்ளீயம் போன்ற தனிமங்களும், சிலிக்கா, அலுமினா, ஆண்டிமனி சல்ஃபைடு, பாதரச ஆக்சைடு போன்ற சேர்மங்களும் புற வேற்றுமை வடிவங்களைக் கொண்டவை. சாய்சதுரக் கந்தகம் ஒற்றைச் சாய்வுக் கந்தகமாக மாறும் வெப்பநிலை (95.6^0C), ஒற்றைச் சாய்வுக் கந்தகத்தின் உருகுநிலை (119^0C), கந்தகத்தின் கொதிநிலை (444^0C), கந்தகத்தின் நிலை மாறுவெப்பநிலை (1040^0C) ஆகியன கந்தகத்தின் பல்வேறு நிலைத்திரிபு வெப்பநிலைகளாகும். இருவகைக் கந்தகப்படிவு அமைப்புகளும் இருவழிப் புறவேற்றுமை வடிவங்கள் (enantiotropic) ஆகும். நிலைத் திரிபு வெப்பநிலைகள் அழுத்தத்தால் மாறுபடக் கூடியவை. எடுத்துக்காட்டாக, கந்தகத்தின் உருகுநிலை அழுத்தம் கூடக்கூட உயரும். மாறாக, பனிக்கட்டியின் உருகுநிலை அழுத்தம் கூடக்கூடச் சற்றே குறையும். பொதுவாக, ஒரு பொருளின் திண்மநிலை அடர்த்தி நீர்மநிலை அடர்த்தியை விடக் குறைந்திருப்பின், அதன் உருகுநிலை அழுத்த மேலீட்டால் குறையும்.

சாம்பல் நிற வெள்ளீயம் சூடேற்றப்படுகையில் 20^0C இல் வெண்ணிற வெள்ளியமாக மாறுகிறது. வெண்ணிற வெள்ளீயம் இவ்வெப்பநிலைக்குக் கீழ் குளிர்விக்கப் படும்போது பிளவுறுகிறது. இதனை வெள்ளீயநோய் (tin pest) என்பர். 1812 இல் நெப்போலியன் ரஷ்யாவின் மீது படையெடுத்தபோது மிகக்குளிர்ச்சியால் வெண்மை சாம்பல் நிற வெள்ளீய உருமாற்றம் எளிதில் நிகழ்ந்து, அதன் விளைவாக வீரர்களின் சீருடைப் பொத்தான்கள் (வெள்ளீயத்தாலானவை) நொறுங்கி விழுந்து தீமை விளைவித்துப் பிரெஞ்சுப் படையின் தோல்விக்கு அடிகோலின என்ற வரலாற்றுச் செய்தி குறிப்பிடத்தக்கது.

ஒருவழிப்புறமாற்றம் (monotrophy). இங்கு இரு புறவேற்றுமை வடிவங்களுள் ஒன்று அனைத்து வெப்பநிலைகளிலும் நிலையற்று உள்ளமையால், நிலைமை மாற்றம் ஒருவழிச் செயலாகும். ஆக்சிஜன்–ஓசோன், சிவப்பு பாஸ்ஃபரஸ்–மஞ்சள் பாஸ்ஃபரஸ் ஆகியன இவ்வகைக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். இவ்வகையில் நிலைத் திரிபு வெப்பநிலை அப்பொருளின் உருகுநிலைக்கும் மேலே உள்ளது. இவ்வகை அமைப்புகளுள் சில அழுத்த மேலீட்டினால் இருவழிப்புறவேற்றுமை உருவங்களாக மாறுகின்றன.

இயங்கு தனிமப் புறவேற்றுமை (dynamic allotropy). இத்தோற்றப்பாட்டில் இரு வடிவங்களும் அனைத்து வெப்பநிலைகளிலும் சமநிலையிலுள்ளன. λ–கந்தகம், μ–கந்தகம் எனும் அமைப்பு இதற்கு எடுத்துக்காட்டு. இது நிலைத்திரிபு வெப்பநிலையே இடம்பெறாத அமைப்பாகும்.

நிலைத்திரிபு வெப்பநிலையைக் கண்டறியும் ஆய்வு. புறவேற்றுமை வடிவங்கள் இயற்பியல் பண்புகளில் மாறுபடுவதால், அப்பண்புகளின் எண் மதிப்புகளில் நிலைத்திரிபு வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றங்களை அடிப்படையாக்கி இவ்வாய்வு நடத்தப்படுகிறது. விரிவு அளவி (dilatometer) எனும் கருவியைப் பயன்படுத்தி இரு புற வடிவங்களின் மாறுபட்ட பருமன்களை அளவிடலாம். வெள்ளி நிற வெள்ளீயம் சாம்பல் நிற வெள்ளீயமாக நிலை மாறுதல் நிகழும் வெப்பநிலையை அறிவதற்கு இவ்விரண்டு வடிவங்களும் எந்த வெப்பநிலையில் சமமான மின்முனை அழுத்தம் கொண்டுள்ளன என்பதனை அறிதல் ஓர் உத்தியாகும்.

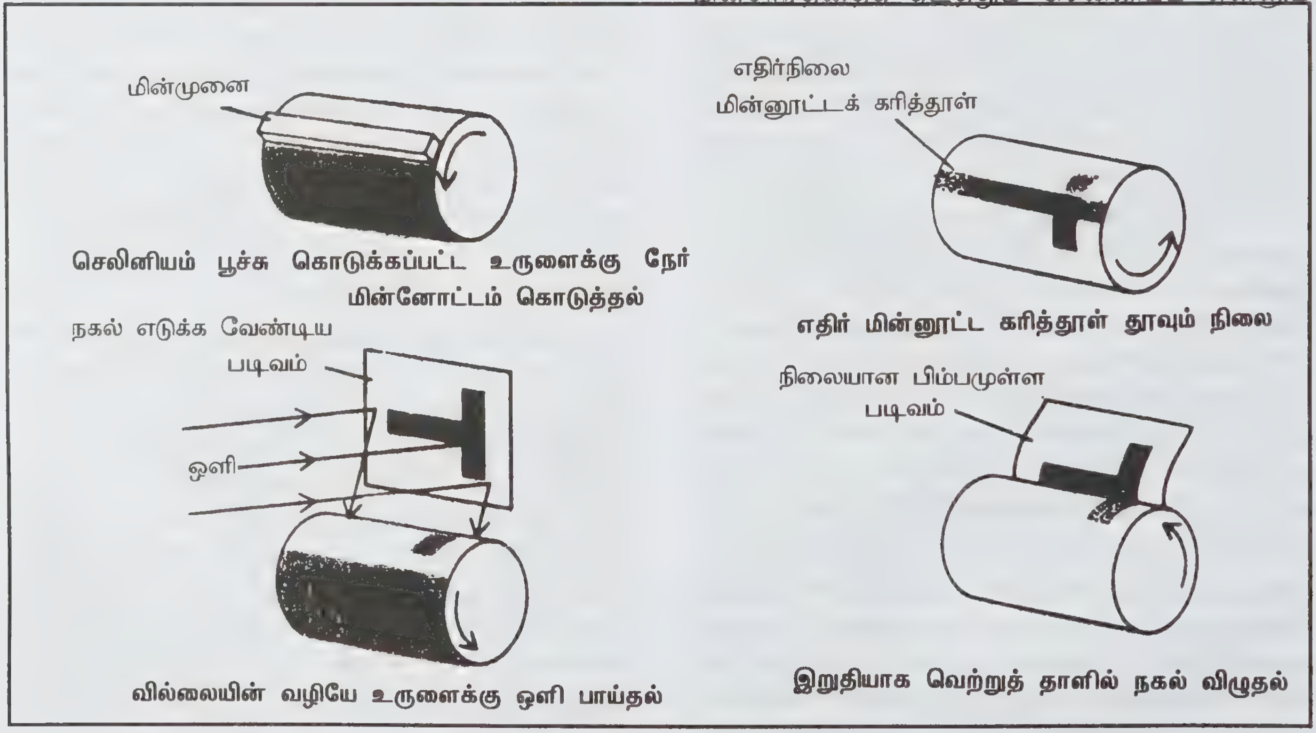
உருகுநிலை, கொதிநிலை, புறவேற்றுமைப் படிக மாற்றநிலை ஆகியன தவிர இரும்பு, நிக்கல் போன்ற உலோகங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் காந்தப் புலத்தை இழப்பதும், சில நெகிழிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு மேல் ரப்பராக மாறுவதும் இப்பண்பாலேயே நிகழும்.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நிலைமின் அச்சடிப்பு

இது பல்வேறு அச்சடித்தல் முறைகளில் ஒன்றாகும். இம்முறையில் பொதுவான அச்சடித்தல் முறையிலுள்ள மையின் பயன்பாடு, அச்சடித்தலுக்கான அழுத்தம் ஆகியவை இன்றியே படிமம் உருவாக்கப்படுகிறது. இதில் நகல் வரை (xerography) முறை பெருமளவில் பயன்படுகிறது.

நகல் வரை முறையில் ஒளி பாயும்போது மின்சாரத்தைக் கடத்தும் செலினியம் என்னும்



நிலைமின் அச்சடிப்பு முறை

வேதிப்பொருளால் பூச்சுக் கொடுக்கப்பட்ட ஒரு தட்டு அல்லது உருளைக்கு நிலை மின்னூட்டம் (electrostatic charge) கொடுக்கப்படுகிறது. ஒரு வில்லையைப் பயன்படுத்தி, நகலெடுக்க வேண்டிய படிவத்தின் பிம்பம் இத்தட்டில் விழ வைக்கப்படுகிறது. பின் இத்தட்டின் மேல், எதிர் நிலை மின்னூட்டக் கரித்தூள் தூவப்படுகிறது.

உலோகத் தகடு ஒரு மின்முனையாகச் செயல்பட்டுத் தூள் மையை ஈர்க்கும். இந்த மை ஆவி, வெப்பம், வேதிமுறை இவற்றில் ஏதேனும் ஒரு முறையால் தகட்டின் பிம்பத்தில் மட்டுமே ஒட்டிக்கொள்ளும். இதன் பின் பிம்பம் பதிந்த தகட்டின் மேல் ஒரு காகிதத்தை வைத்தால், தூளால் நிரப்பப்பட்ட படிவத்தின் பிம்பம் இக்காகிதத்தில் ஒட்டிக்கொள்ளும். சிறிது நேரத்திற்கு இக்காகிதம் சூடேற்றப்படுவதால் உண்டாகும் வெப்பம் ஒட்டிக்கொண்ட தூளை உருக்கும். இவ்வாறு காகிதத்தில் நகலெடுக்க வேண்டிய படத்தின் நிலையான பிம்பம் பெறப்படுகிறது.

நிலைமின் அச்சடிப்பு முறை அலுவலகப் பதிவுகளைப் படிகள் எடுக்க மிகுதியும் பயன்படுகிறது. இம்முறையில் வண்ணப்படங்களையும் படிஎடுக்க இயலும். படைக்கலத் துறையில் மிகுதியான வண்ணப்படங்களைப் படி எடுக்க நிலைமின் அச்சடிப்பு முறை பயன்படுகிறது. ஒரு பூச்சுடைய தாளில் இயல் நகல் மூலமாக நிலைமின் ஊட்டத்தைப் பெறலாம். இந்தப் பூச்சில் படிமம் மின்னூட்ட வடிவில் மறைந்திருக்கும். இந்தத் தாளை ஒரு நிறமியில் தோய்த்தெடுத்தால் மின்னூட்டப் படியின் பிம்பப் பகுதியில் நிறங்கள் ஒட்டிக்கொள்ளும்.

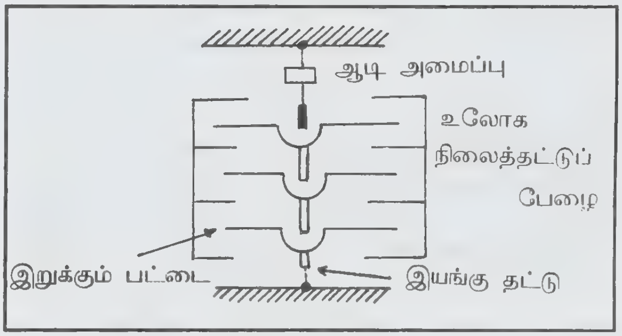
ஒவ்வொரு நிறத்திற்கும் மின்னூட்டல், ஒளிக்கு உட்படுத்துதல், மின்னூட்டப் பகுதியில் நிறத்தை ஒட்டவைத்தல் ஆகிய செயல்முறைகள் நிகழ்த்தப்பட வேண்டும். இம்முறையில் 5 வண்ணங்கள் வரை அச்சிடலாம். இம்முறையைக் கொண்டு மிக வேகமாக மறுதோன்றிக் கோட்டு வண்ண அச்சடிப்பு நகல்களை உருவாக்கலாம். இது நகல் வண்ண அச்சடிப்பு அச்சகங்களில் பொதுவாக நடைமுறையிலுள்ளது.

- உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை

நிலைமின் அளவி

மின் இயக்க அளவிகள் இயங்கு சுருள் (moving coil) வகை, மின் இயங்கு (electrodynamic) வகை, இயங்கு இரும்பு (moving iron) வகை, நிலைமின் (electrostatic) வகை, தூண்டல் (induction) வகை என ஐவகைப்படும். மின்னோட்டம், மின்னழுத்தம், மின்னூட்டம், மின்திறன், மின்னாற்றல் போன்ற மின்னியக்க அளவிகள் மின்னியல்புகளை, அவையுண்டாக்கும் இயக்கம் மூலம் அளப்பவை. நிலைமின் அளவி, நிலைமின் இயங்கமைப்பால் (electrostatic mechanism) மின்னழுத்தத்தையோ, மின்னோட்டத்தையோ அளக்கிறது. இதிலொரு நிலை மின்னியக்க அமைப்பு, ஓர் அளவுத்தட்டு (scale), குறிமுள் (pointer) ஆகியவையமைந்துள்ளன. படம் 1 இல் நிலைமின் அளவியின் இயங்கமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது.

செயல்முறை. நிலைமின் அளவியில் ஒரு மின்னூட்டமுள்ள உலோகத்தாலான நிலைத்தட்டும், இயங்கு தட்டுகளுமுள்ளன. எதிர் மின்னூட்டமுள்ள நிலைத்தட்டு இயங்குதட்டை இழுப்பதால், இயங்கு தட்டைக் கொண்ட அச்சுத் தண்டு சுழலும். இந்தச் சுழலியக்கம் குறிமுள்ளை அளவுத் தட்டின் மீது நகர்த்தும்.



குறிமுள் நிலையின் அளவி இணைந்துள்ள மின்சுற்றமைப்பில் பாயும் மின்னூட்ட அளவைக் குறிக்கும். குறிமுள்ளின் இயக்கத்தைக் கண்ணாடியில் பார்க்கலாம். இயங்குதட்டமைப்பில் ஓர் இறுக்கப்பட்டை (taut band) பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இது இயங்குதட்டை நிலைப்படுத்த ஓர் எதிர்ப்புத் திருக்கத்தை உண்டாக்கும்.

மேம்பாடுகள். பொதுவாக இவ்வகைக் கருவிகளில் மின்திறன் இழப்பு ஏற்படுவதில்லை. நேர்மின்னோட்டச் சுற்றுவழி அமைப்புகளில் மின்திறன் இழப்பு, சுழி எனலாம். சூழல் வெப்பநிலையினால் (environmental temperature) அளவி பாதிப்படையாது. அலைவெண் மாற்றம், அலை வடிவ மாற்றம், சுழல் சிதறு காந்தப்புலங்கள் ஆகியவற்றால் அளவியின் அளவு மாறுபடாது. எனவே நிலைமின் அளவியைக் கொண்டு

உயர் அழுத்தத்தையும் அளக்கலாம். இதற்காகக் கருவி மின்மாற்றியோ, அளவு பெருக்கத் தடைப் பெட்டிகளோ தேவைப்படா. ஆனால் இவற்றின் உணர்திறன் (sensitivity) குறைவு. சிறுநிலை மின்புலமும், இவ்வளவிகளின் அளவை மாற்றும். எனவே, இவ்வகைக் கருவிகளுக்கு நிலைமின் கவசங்கள் பூட்டப்படுகின்றன.

- உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை

நிலை மின்சாரம்

இரண்டு பொருள்களை ஒன்றோடொன்று தேய்க்கும்போது அவற்றில் தோன்றி நிற்கும் மின்சாரம் நிலை மின்சாரம் (static electricity) எனப்படுகிறது. மின் கடத்தாப் பொருள்களில் தோன்றும் இத்தகைய மின்சாரம் மற்ற இடங்களுக்குப் பரவாது. கிறிஸ்து பிறப்பதற்கு 600 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே தேல்ஸ் என்னும் கிரேக்க மேதை அம்பர் (Umber) என்னும் பொருளைத் தேய்த்து அது பஞ்சு போன்ற லேசான பொருள்களைக் கவர்ந்து இழுப்பதைக் கண்டதாக வரலாறு கூறுகிறது. 17ஆம் நூற்றாண்டில் சர் வில்லியம் கில்பர்ட் என்பார் அம்பருக்கு மட்டுமன்றி வேறு பல பொருள்களுக்கும் தேய்த்தலின் மூலம் லேசான பொருள்களைக் கவர்ந்து இழுக்கும் திறன் உண்டாவதைக் கண்டார். அம்பருக்கு எலெக்ட்ரான் என்னும் பெயருண்டு. அதனடிப்படையில் கில்பர்ட் இந்த விளைவுக்கு எலெக்ட்ரிக் (electric) என்று பெயரிட்டார். இன்று அனைத்துப் பொருள்களையுமே தேய்ப்பதன் மூலம் மின் ஊட்டலாம் என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த மின்சாரம் ஓடாமல் ஒரே இடத்தில் தங்கியிருக்கும்போது நிலைமின்சாரம் என்னும் பெயரைப் பெறுகிறது. இவ்வாறு மின்சாரம் தங்கி நிற்கும் ஒரு பொருள் சற்றுத் தொலைவிலுள்ள பொருளின் மேல் ஒரு விசையைச் செலுத்தி அதைத் தன்பால் இழுப்பது கவர்ச்சி எனப்படும்.

ஒரு பொருளைப் பிறிதொரு பொருளால் தேய்க்கும்போது இரண்டிலுமே மின்சாரம் தோன்றுகிறது. எபனைட் கோல் ஒன்றைக் கம்பளியால் தேய்த்தால் இரண்டிலும் மின்சாரம் உண்டாகும். அதேபோல ஒரு கண்ணாடிக் கோலைப் பட்டுத்துணியால் தேய்த்தால் இரண்டிலும் மின்சாரம் உண்டாயிருக்கும். இவ்வாறு கம்பளியால் தேய்த்த ஓர் கோலை நூலில் கட்டித் தொங்கவிட்டுப் பட்டுத்துணியால் தேய்த்த கண்ணாடிக் கோலை அதன் அருகில் எடுத்துச் சென்றால் அவை ஒன்றையொன்று கவருகின்றன. ஆனால் பட்டுத் துணியை அந்த எபனைட் கோலின் அருகில் கொண்டுசென்றால் எபனைட் கோல் விலக்கப்படுகிறது. அதேபோலக் கம்பளித்துணி கண்ணாடிக் கோலை விலக்குகிறது. ஆகவே கம்பளியிலும் கண்ணாடிக் கோலிலும் ஒரு வகை மின்சாரமும், எபனைட்டிலும் பட்டுத் துணியிலும் வேறு வகையான மின்சாரமும் தோன்றியுள்ளமையை ஊகிக்கலாம். ஒரே வகை மின்சாரங்கள் ஒன்றையொன்று விலக்குகின்றன. வேறுபட்ட வகை மின்சாரங்கள் ஒன்றையொன்று கவருகின்றன. பென்ஜமின் ஃபிராங்க்ளின் என்னும் அமெரிக்க மேதை எபனைட் கோலைக் கம்பளியால் தேய்த்தால் எபனைட் கோலில் உண்டாவது எதிரின மின்சாரம் (negative) எனவும் கம்பளியில் உண்டாவது நேரின மின்சாரம் (positive) எனவும் விதித்தார். அதேபோலக் கண்ணாடிக் கோலைப் பட்டுத்துணியால் தேய்க்கும்போது கண்ணாடிக் கோலில் தோன்றுவது நேரின மின்சாரம். பட்டுத் துணியால் தோன்றுவது எதிரின மின்சாரமாகும். நவீன கொள்கைகளின்படி பொருள்களின் அணுக்களில் புரோட்டான்களில் நேரின மின்களும் எலெக்ட்ரான்களின் எதிரின மின்களும் சமமாக அமைந்து பொருள்களை மின் நடுநிலையில் வைத்திருக்கின்றன. இரண்டு பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று உராயும்போது எலெக்ட்ரான்கள் ஒன்றிலிருந்து மற்றதற்கு இடம் பெயரும். அப்போது ஒரு பொருளில் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை மிகுந்து அதில் எதிரின மின் புலப்படும். அதே போல மந்தப் பொருளில் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை குறைவதால் நேரின மின் தென்படும்.

மின்களுக்கிடையிலான கவர்ச்சி அல்லது விலக்கு விசைகளைக் கூலூம் (coulomb) விதி வரையறுக்கிறது. இதன்படி இரண்டு மின்களுக்கு இடையிலான கவர்ச்சி விசையோ, விலக்கு விசையோ அவற்றின் வலிமையின் பெருக்கு தொகைக்கு நேர் விகிதத்திலும், அவற்றுக்கிடையிலுள்ள தொலைவின் இருமடிக்குத் தலைகீழ் விகிதத்திலும் இருக்கும். இது நிலைமின்னியலின் ஓர் அடிப்படையான விதியாகும்.

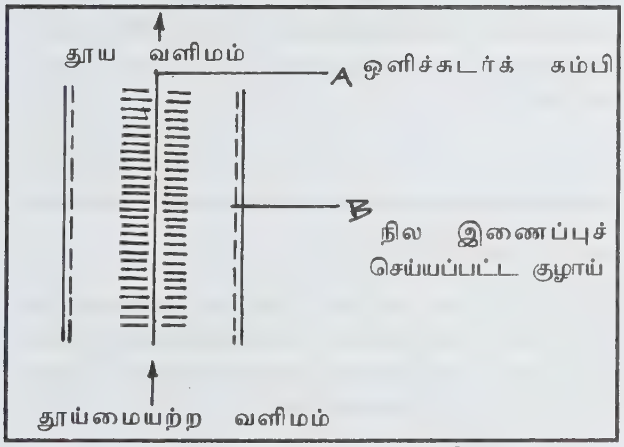
- கே. என். ராமசந்திரன்

நிலைமின் வீழ்படிவி

ஒரு வளிமத்தில் கரையாதிருக்கும் நீர்மத் திவலைகள் அல்லது திண்மப் பொருள்களை அகற்றப் பயன்படுத்தப்படும் கருவி, நிலைமின் வீழ்படிவி (electrostatic precipitator) எனப்படும். இக்கருவியின் செயல் இரு கட்டங்களைக் கொண்டது. முதல் கட்டத்தில் கரையாப் பொருள்

(suspension), வளிம அயனியாதல் நிகழும் ஒரு மின்னிறக்கம் வழியாகச் செல்கிறது. உருவாக்கப்பட்ட அயனிகள், படிவுத் துகள்களின் மீது மோதி அவற்றை மின்னூட்டமுறச் செய்கின்றன. மின்னூட்டமடைந்த துகள்கள், அவற்றிற்கு எதிர்க் குறியுடைய மின்முனைகளை நோக்கிச் சென்று அந்த மின்முனைகளில் படிந்து அவற்றின் மின்னூட்டத்தை நடுநிலைப்படுத்துகின்றன. நிலைமின் வீழ்படிவியின் இயல்புகள் குறித்து 1906ஆம் ஆண்டு எப்.ஜீ. காட்ரெல் என்பார் விளக்கியுள்ளார்.

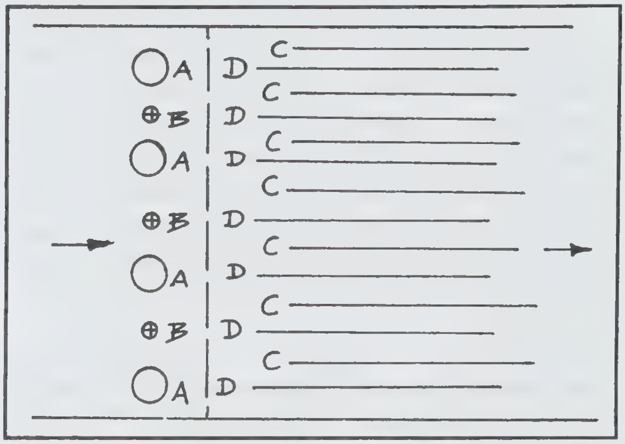
அமைப்பு. எளிய நிலைமின் வீழ்படிவி, காப்பிடப்பட்ட ஒரு மையக் கம்பியை உள்ளடக்கிய நேர்குழாயைக் கொண்டது. 10-100 கி.வோல்ட்டுக்கு இடைப்பட்ட நேர் மின்னழுத்தம் மையக்கம்பிக்குக் கொடுக்கப்படும். அக்கம்பியைச் சூழ்ந்துள்ள சிறிய பரப்பில் ஒளிச்சுடர் மின்னிறக்கம் நிகழ்கிறது.



படம் 1. எளிய வீழ்படிவி

வளிமத்தில் கரையாதிருக்கும் துகள்கள் ஒளிச்சுடர் மின்னிறக்கத்தின்போது அயனியாக்கப்பட்டு நேர்குழாயின் சுவருக்கு இடம்பெயர்கின்றன. நீர்ம நிலையில் கரையாதிருக்கும் துகள்கள் குழாய்ச் சுவரினை அடைந்து திவலையாக மாறிக் குழாயின் அடிப்பகுதியிலிருந்து வடித்தெடுக்கப்படுகின்றன. திண்மப் பொருள்கள் எந்திர அதிர்வு அல்லது சுரண்டல் மூலம், குழாயின் அடியிலுள்ள கூம்பு வடிவச் சேகரிப்பானுக்குள் செலுத்தப்படுகின்றன.

சிறப்பான நிலைமின் வீழ்படிவி அமைப்பில் அயனியாதல் ஒரு பாண்டத்திலும், படிதல் அடுத்த கட்டத்திலும் நடைபெறும். எளிய இருபடிவ நிலைமின் வீழ்படிவி ஒன்றைப் படம் 2 இல் காணலாம். துகள்கள் முதல் அறையில் மின்னூட்டமடைந்த போதிலும் வளிமத்தின் வேகத்தை மாற்றுவதன் மூலம், துகள்கள் நிலை இணைப்புச் செய்யப்பட்ட உருளையில் படிவதிலிருந்து தவிர்க்கப்படுகின்றன. நேர், எதிர் மின்னூட்டங்களை அடுத்தடுத்துக் கொண்ட இணை தகடுகள் பொருந்திய இரண்டாம் அறையில் வீழ்படிதல் திறம்பட நடைபெறும். ஒளிச்சுடர் மின்னிறக்கம் தேவைப் படாமையால் முதல் அறையைவிட இந்த அறைக்குக் குறைந்த மின்னழுத்தம் போதுமானது.



படம் 2. இரு படிவ வீழ்படிவி

பொதுவாக, மையக் கம்பியை எதிர் மின் குறியடையச் செய்வதன் மூலம் ஒளிச்சுடர் மின்னிறக்கம் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. இந்நிலையில் வீழ்படிதிறம் மிகுதியாக இருப்பினும் குறியை எதிர்த் திசைக்குக் கொணரும்போது சிறிதளவு ஓசோன் வளிமம் உருவாகிறது. நேர்மின் கம்பி, ஓசோன் வளிமத்தை நீக்கிக் காற்றைத் தூய்மையாக்கப் பயன்படுகிறது.

உயர் நேர் மின்னழுத்தம் பொதுவாகப் பாதரச ஆவி அல்லது வெற்றிடக் குழாய்த் திருத்தி மூலம் உருவாக்கப்படுகிறது. வளிமத்திலிருந்து அகற்றப்பட வேண்டிய துகள்களின் தன்மையினையும், அளவினையும் பொறுத்து 1,000,000 கனஅடி வளிமத்தைத் தூய்மையாக்க 2-5 கி.வோ. மணி மின்மூலம் தேவைப்படுகிறது. காப்புகளின் மேல் திண்ம அல்லது நீர்மத் துகள்கள் படிவதால் காப்புகளில் மின் கசிவு ஏற்படும் சிக்கலான நிலை உருவாகிறது.

1951ஆம் ஆண்டு எச்.ஜி.ஒயிட் என்பார் வளிமத்தில் கரையாதிருக்கும் துகள்களை மின்னூட்டமுறச் செய்ய இரு தனிப்பட்ட முறைகளை எடுத்துரைத்துள்ளார். அவை மோதல் முறை (bombardment mechanism), பரவல் முறை (diffusion mechanism) என்பன. ஒளிச்சுடர் மின்னிறக்கத்தில் உருவாக்கப்பட்ட அயனிகளும், வளிமத்தில் கரையாதிருக்கும் துகள்களும்

நேரடியாக மோதுவது மோதல் முறை எனப்படும். அயனிகள் வளிமத்தில் கரையாதிருக்கும் துகள்களின் மீது அயனிப் பரவல் முறையில் செலுத்துதல், பரவல் முறை எனப்படும். இரு முறைகளும் ஒரே நேரத்தில் செயல்பட்டாலும், முதல் முறையே சிறந்ததாகும். இருப்பினும் துகள்கள் 0.1-0.12 மைக்ரோ மீட்டர் அளவில் சிறியனவாக இருந்தால் இரண்டாம் முறை ஏற்றது.

பயன்கள். எண்ணற்ற தொழிற்சாலைகளில் நிலைமின் வீழ்படிவிகள் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன. இருப்பினும் ஒவ்வொரு நிறுவனத்திலும் அதன் தேவைக்கேற்ப, தனிப்பட்ட வீழ்படிவி வடிவமைப்புச் சிக்கல் எழுகிறது. சமச்சீரற்றுப் பாயும் வளிமத்திலிருந்து துகள்கள் அல்லது திவலைகளைப் பிரிக்க, பல்வேறு நிலைகளுக்கும் பொருந்துமாறு, பரந்த கோட்பாடு எதுவும் நிறுவப்படவில்லை. இதன் விளைவாக வீழ்படிவினை வடிவமைக்கத் தோராய முறைகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

அடிப்படைக் கோட்பாடு தெளிவாக இராத நிலையில் ஒரு நிலைமின் வீழ்படிவி அமைப்பின் திறம், அது இயங்கும் மின்னழுத்தம், வடிவமைப்பு, வளிமம் பாயும் வேகம், துகள் அகற்றல் இவற்றைக் கொண்டு அறுதியிடப்படுகிறது. பொதுவாக, உள்ளீட்டு வளிமத்திலிருந்து நீக்கப்பட்ட துகளின் எடை, விழுக்காட்டுக் கணக்கில் திறமாகக் கூறப்படும். இதில் துகள் அளவின் விளைவு சரிவரக் கணக்கிற் கொள்ளப்படுவதில்லை.

வெளிச்செல்லும் வளிமத்திலுள்ள மிகச் சிறிய துகள்களும் நீக்கப்பட வேண்டியனவாகும். ஏனெனில் இத்துகள் வெளியேறும்போது கண்பார்வைக்குக் கேடு விளைவிக்கக்கூடும். இந்நிலைகளில் பயன்படுத்தப்படும் வீழ்படிவி அமைப்புகள் அதற்கேற்றாற்போல் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. பெரிய துகள்கள் வளிமத்திலிருந்து எளிதில் வெளியேறுவனவாகும். இருப்பினும் தகுந்த வடிவமைப்பு மூலம், இதற்கு நேர்மாறான நிலையையும் கொணரலாம். இவ்வாறு வீழ்படிவியின் திறம், துகள் அல்லது திவலையின் அளவினை மிகுதியாகச் சார்ந்துள்ளது. எனவே விழுக்காட்டுத் திறம் கணக்கிடும்போது துகளின் எடை மட்டுமன்றி, வீழ்படிதலுக்கு முன்னும் பின்னும் துகளின் அளவையும் கணக்கிற்கொள்ள வேண்டும். வளிமம் வீழ்படிவியில் தங்கும் நேரத்தின் பல்லடுக்கு விகிதத்தைச் சார்ந்து திறம் அமையும். குறைந்த வளிம வேகம், நீளமான கலன் இவை வீழ்படிவியின் திறம் உயர வழிவகுப்பன.

அதிக கன அளவுள்ள வளிமத்தை உயர் வெப்பநிலைகளிலும், குறைந்த அழுத்த வீழ்ச்சியிலும், கையாளும் திறமையும் மைக்ரான் அளவு சிறிய துகள்களையும் நீக்குதலும் நிலைமின் வீழ்படிவியின் சிறப்பியல்புகள்.

நிலைமின் வீழ்படிவியின் பயன்கள் பல. அவை. நீராவி உற்பத்தியகங்களின் (steam plant) எரி வளிமத்திலிருந்து மாசு நீக்கம் செய்தல், நுண்ணுயிர்க் கொல்லி மற்றும் பிற மாத்திரைகளைத் தயாரிக்கும் நிறுவனங்களிலும், மருத்துவ அறைகளிலும் காற்றிலுள்ள காளான்-நுண்ணுயிரி இவற்றை நீக்கித் தூய்மையாக்கல், காற்று வெளியேற்றி, காற்றுக் குளிர்விப்பான் அமைப்புகளில் காற்றைத் தூய்மையாக்கல், எந்திரச் சாலைகளில் எண்ணெய்ப் படிவுகளை நீக்குதல் வேதிப்பொருள் உற்பத்தியகங்களில் அமிலப் படிவுகளை நீக்குதல், ஊது உலைக் காற்றைத் தூய்மையாக்கல், விலையுயர்ந்த பொருள்களாகிய தாமிரம், வெள்ளி இவற்றின் ஆக்சைடுகளைப் பிரித்தெடுத்தல், சிர்கோனியம் மணலிலிருந்து ரூடைலைப் பிரித்தெடுத்தல் என்பன.

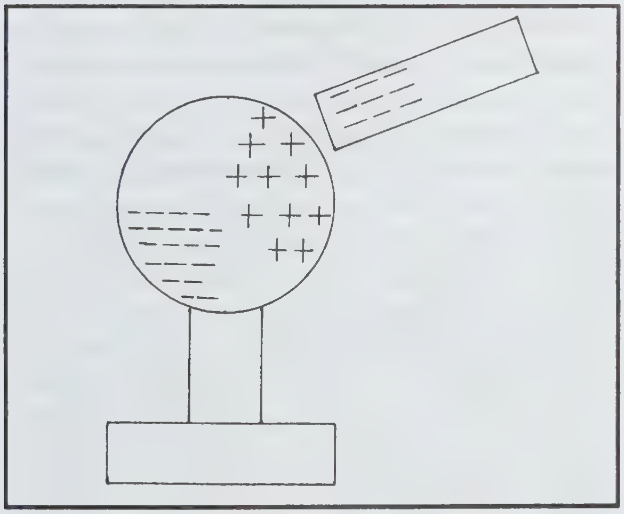
- டி. சரோஜா

நிலை மின்னியல்

நேரின மின்களும் எதிரின மின்களும் தனித்தனியாகப் பிரிந்து அசையாமலிருக்கும்போது அவற்றின் தன்மைகளையும் அவற்றுக்கிடையில் செயல்படும் விசைகளையும் பற்றியது நிலை மின்னியல் (electrostatics) ஆகும்.

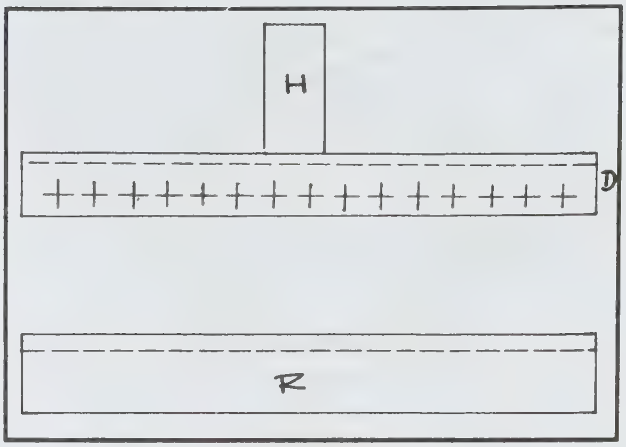
இரண்டு மின் நடுநிலையான பொருள்களை ஒன்றோடொன்று தேய்க்கும்போது எலெக்ட்ரான்கள் பரிமாறிக் கொள்ளப்படுகின்றன. ஒரு பொருளில் மிகை எலெக்ட்ரான்கள் சேர்ந்துவிடும்போது அதில் எதிரின மின்னும் ஏனைய பொருளில் எலெக்ட்ரான் பற்றாக்குறை ஏற்பட்டு நேரின மின்னும் எஞ்சும். இது தேய்த்து மின்னேற்றுதல் எனப்படும். கெட்டியான ரப்பர் அல்லது எபனைட்டைக் கம்பளியால் தேய்த்தும், கண்ணாடியைப் பட்டுத் துணியால் தேய்த்தும் இவ்வாறு மின்னேற்றலாம். தேய்த்த பிறகு ரப்பர் அல்லது எபனைட்டில் எதிரின மின்னும் கம்பளியில் அதற்குச் சம அளவான நேரின மின்னும் தோன்றும். கண்ணாடியில் நேரின மின்னும் பட்டுத் துணியில் அதற்குச் சம அளவில் எதிரின மின்னும் உண்டாகும். மின் கடத்தும் பொருள்களில் இருவித மின்களும் விரைந்து பரவி ஒன்றையொன்று ஈடுசெய்து கொண்டு விடும்.

நிலைமின் தூண்டல். இந்நிகழ்வின் மூலம் ஒரு பொருளை மின்னேற்ற முடியும். ஒரு மின்னேற்றிய பொருளைப் பிறிதொரு மின்னேற்றாத பொருளின் அருகில் கொண்டு வந்தால், இரண்டாம் பொருளில் நேரின மின்களும் எதிரின மின்களும் தனித்தனியாகப் பிரிகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஓர் எபனைட் கோலைக் கம்பளியால் தேய்த்தால் அதற்கு எதிர் மின்னேற்றம் ஏற்படும். அந்த எபனைட் கோலை வேறு ஓர் உலோகப் பொருளின் அருகில் கொண்டு வந்தால், அதிலுள்ள எதிரின மின்கள், உலோகப் பொருளில் உள்ள எதிரின மின்களை விலகிச் செல்லுமாறு தூண்டும். அத்துடன் நேரின மின்கள் எபனைட் கோலிலுள்ள எதிரின மின்களால் கவரப்பட்டு அண்மையிலுள்ள புள்ளியில் வந்து கூடும். இப்போது உலோகப் பொருளை விரலால் தொட்டால் தனித்திருக்கின்ற எதிரின மின்கள் உடல் வழியாக வெளியேறித் தரையில் பாய்ந்துவிடும். விரலை எடுத்துவிட்டால் உலோகப் பொருளில் நேரின மின் மட்டுமே எஞ்சியிருக்கும். இது எபனைட் கோலிலுள்ள எதிரின மின்னுக்குச் சமமான எண் மதிப்புள்ளதாக இருக்கும். இது உலோகப் பொருள் முழுவதும் ஒரு சீராகப் பரவிவிடும்.



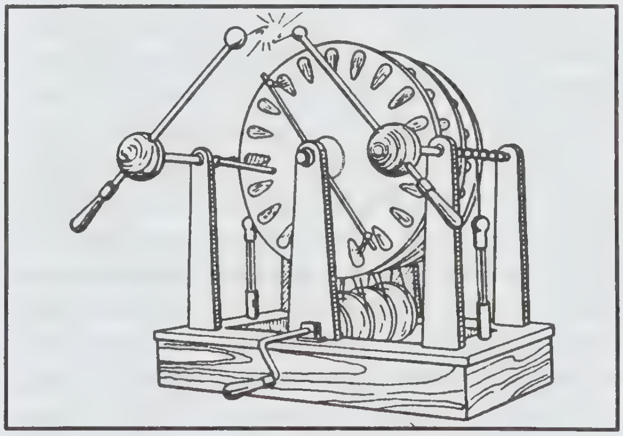
படம்.1. நிலைமின் தூண்டலை விளக்கும் படம்

நிலை மின்னாக்கிகள். இந்தக் கருவிகள் தேய்ப்பு மூலமும் நிலை மின் தூண்டல் மூலமும் நிலை மின்சாரத்தை உண்டாக்குகின்றன. படம் 2இல் காட்டியுள்ள எலெக்ட்ரோஃபோரஸ் (electrophorus) ஓர் எளிய கருவி ஆகும். R என்னும் கெட்டியான ரப்பர்த் தகட்டைக் கம்பளியால் தேய்த்து அதில் எதிரின மின்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. D என்னும் உலோகத் தகட்டுக்கு H என்னும் மின் கடவாப் பிடி பொருத்தப்பட்டுள்ளது.



படம் 2. எலெக்ட்ரோஃபோரஸ்

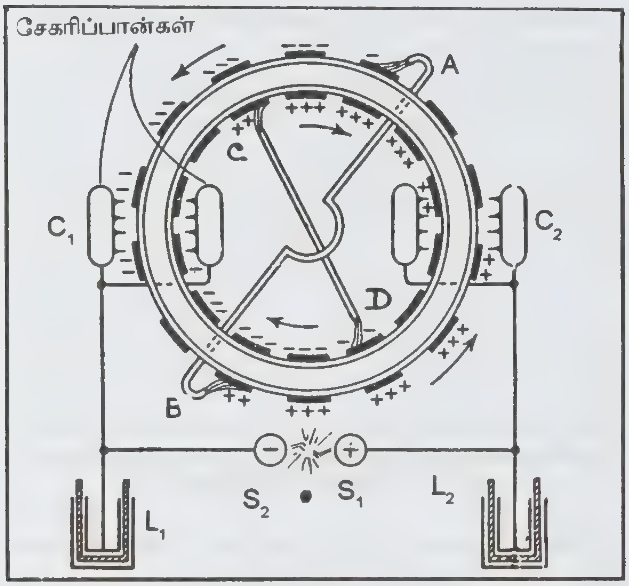
உலோகத் தகட்டை ரப்பர் தகட்டின் மேல் வைத்தால் இரண்டும் சில மேடான புள்ளிகளில் மட்டுமே தொட்டுக் கொள்ளும். உலோகத் தகட்டின் கீழ்ப் பரப்பில் நேரின மின்களும் அதன்மேல் பரப்பில் சம அளவிலான எதிரின மின்களும் தூண்டப்படுகின்றன. அதன் மேற்பரப்பை லேசாக விரலால் தொட்டால் எதிரின மின்கள் வெளியேறிவிடும். உலோகத் தகட்டில் நேரின மின்கள் மட்டுமே தங்கி இருக்கும். உலோகத் தகட்டைக் கைப்பிடியால் தூக்கி ஆய்வுகளுக்குப் பயன்படுத்தலாம். இவ்வாறு உலோகத்தகட்டை எடுக்கும்போது ரப்பர் தகட்டிலிருந்து எதிரின மின்கள் நீக்கப்படுவதில்லை.



படம் 3. விம்சர்ஸ்ட் கருவி

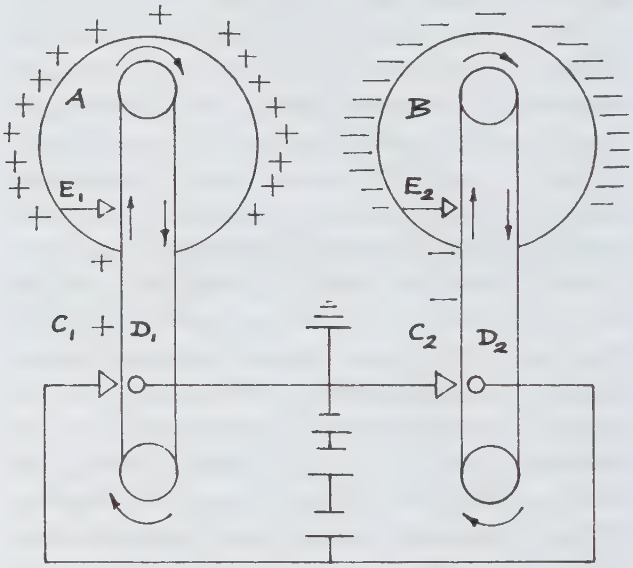
எனவே மேற்காணும் வகையில் எவ்வளவு முறை வேண்டுமானாலும் உலோகத்தகட்டில் நேரின மின்களை ஏற்றலாம். அதிலிருக்கிற மின்களை வேறு ஓர் உலோகப்

பொருளில் மாற்றிவிடுவதன் மூலம் மிகுதியான மின்களைத் தேக்கி வைத்துக் கொள்ள முடியும்.



படம் 4. விம்சர்ஸ் கருவியின் செயல்பாட்டு விளக்கப்படம்

விம்சர்ஸ்ட் கருவி. இதில் இரண்டு வட்டமான கண்ணாடித் தட்டுகள் ஓரச்சாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன. அவை ஒன்றுக்கொன்று எதிரான திசையில் சுழலக்கூடியவை. அவற்றின் வெளிப்புற முகங்களின் விளிம்புகளுக்கு அருகில் பல அலுமினியத் தகடுகள் சமமான இடைவெளி விட்டுப் பதிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. C_1, C_2 ஆகிய இரண்டு உலோகச் சீப்புகள் விட்ட எதிர்முனைகளில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். அவற்றின் கூரிய ஊசி முனைகள் அலுமினியத் தகடுகளுக்கு மிக நெருக்கமாக இருக்கும். அவை S_1, S_2 என்னும் மின்னிறக்கக் கோளங்களுடனும் L_1, L_2 என்னும் லெய்டன் குடுவைகளின் உள்பூச்சுகளுடனும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. லெய்டன் குடுவைகளின் வெளிப் பூச்சுகள் தரையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. AB, CD என்னும் உலோகத் தண்டுகள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாகவும், கிடைத் தளத்திற்கு 45^0 கோணத்தில் சாய்ந்தும் கண்ணாடி வட்டங்களின் வெளிப்புறங்களில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் முனைகளில் உலோகத் தூரிகைகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். படம் 4 இல் எளிதாய் விளக்குவதற்காக முன் பக்கக் கண்ணாடி வட்டம் சிறியதாகவும் பின் பக்கக் கண்ணாடி வட்டம் பெரியதாயும் வரைந்து காட்டப்பட்டுள்ளன. கண்ணாடித் தட்டுகளைச் சுழற்றினால் எதிரின மின்கள் C_1இலும் நேரின மின்கள் C_2இலும் சேகரிக்கப்பட்டு லெய்டன் குடுவையில் சேமிக்கப்படும் பெரிய கருவிகளில் இரண்டுக்கு மேற்பட்ட கண்ணாடி வட்டங்கள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அவற்றில் ஒரு லட்சம் வோல்ட் வரை மின்னழுத்தங்களைத் தோற்றுவிக்க முடியும்.



படம் 5. வான்டிகிராப் மின்னாக்கி

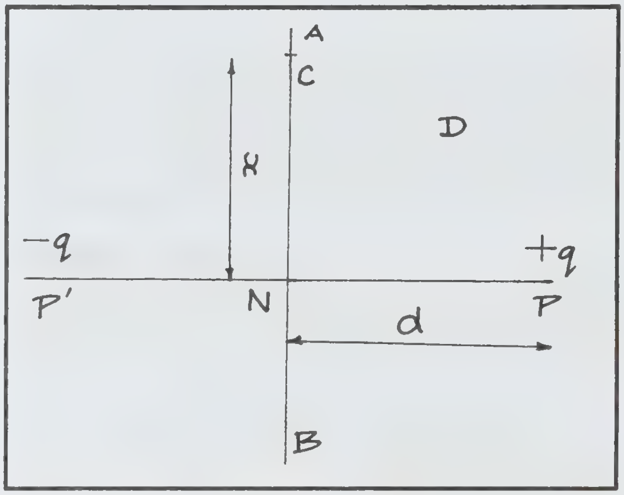
வாண்டி கிராப் மின்னாக்கி. இது ஒரு லட்சம் வோல்ட் அளவிலான உயர் மின்னழுத்தங்களை உற்பத்தி செய்ய உதவும். இதில் ஒரு சிறு மின்னழுத்தத் தோற்றுவாயிலிருந்து மின்கள் நாடாக்கள் மூலமாக எடுத்துச் செல்லப்பட்டு ஒரு பெரிய உலோகக் கோளத்தில் தேக்கி வைக்கப்படுகின்றன. இதில் A,B, என்னும் இரண்டு பெரிய உலோகக் கோளங்கள், மின் கடவாப் பொருளினால் செய்யப்பட்ட இரண்டு உள்ளீடற்ற தூண்களின் உச்சியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். பட்டுப் போன்ற ஏதாவது ஒரு மின் கடவாப் பொருளினால் செய்யப்பட்ட ஒரு வளைய நாடா, தூணுக்குள் உள்ள உள்ளீடற்ற பகுதியில் இரண்டு கப்பிகளில் மாட்டப்பட்டுச் சுற்றி வரும். C_1 என்னும் உலோகச் சீப்பு நாடாவின் மேல் நேர் மின்களைத் தூவும். அதற்கு மறு புறத்தில் D_1 என்னும் உலோகக் குமிழ் உள்ளது. C_1,D_1 ஆகியவை 10-20 கிலோவோல்ட் மின்னழுத்தம் தரக்கூடிய ஒரு நேர்மின்னூட்டத் தோற்றுவாயுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். நாடாவின் மேல் தெளிக்கப்பட்ட நேரின மின்கள் மேலே சென்று E_1 என்னும் உலோக முனையினால் சேகரிக்கப்பட்டு A கோளத்தின் மேல் பரப்பில் பரவும். இதே போல் B கோளத்தின் அடியிலுள்ள C_2 என்னும் உலோகச் சீப்பு, நாடாவின் மேல் எதிரின மின்களைத் தூவி அவற்றைக் கோளத்திற்கு அனுப்புகிறது. இவ்வாறு நேரம் செல்லச் செல்ல இரு கோளங்களுக்கும்

இடையில் ஒரு மாபெரும் மின்னழுத்த வேறுபாடு உருவாகிவிடும்.

மின்கள் சேகரிக்கப்படுவதாகச் சொல்லும்போது உலோகங்களில் நேரின மின்கள் இடம் பெயருவதில்லை என்பதை நினைவில் இருத்திக் கொள்ளவேண்டும். உலோகங்களில் ஏற்படும் மின்னோட்டம் என்பது தனியான எலெக்ட்ரான்களின் ஓட்டமே, எதிரின மின்னுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு திசையில் ஓடுவது எதிர்த்திசையில் நேரின மின்கள் ஓடுவதற்குச் சமமாகும்.

மின் அழியாமை. மின் அழியாமை விதி என்பது ஓர் அனுபவ விதியாகும். இதன்படி உலகிலுள்ள மொத்த மின்னின் அளவு ஒரு மாறிலி. தேய்ப்பு மூலமாகவோ தூண்டல் மூலமாகவோ மின் ஏற்றுதல் என்பது எதிரின மின்களையும் நேரின மின்களையும் பிரிப்பது மட்டுமே. இந்நிகழ்வுகளில் மின் புதிதாக உருவாக்கப்படுதில்லை. காமாக் கதிர் ஃபோட்டான், எலெக்ட்ரான்-பாசிட்ரான் இரட்டைத் துகள்களாக மாறுவது போன்ற, ஆற்றல் பொருளாக மாற்றப்படுகிற நிகழ்வுகளில் ஒரு துகள் எதிரின மின்னும், மற்றத் துகள் அதற்குச் சமமான நேரின மின்னும் பெற்றிருக்கும். எனவே இங்கும் நிகரமான மின் ஏதும் உருவாக்கப்படவில்லை. இதற்கு மறுதலையாகப் பொருள் ஆற்றலாக மாறும்போது, எடுத்துக்காட்டாக எலெக்ட்ரான்களும், பாசிட்ரான்களும் கூடிக் காமாக் கதிர்களாக மாறும்போது சம எண்ணிக்கையிலான் எலெக்ட்ரான்களும் பாசிட்ரான்களும் மறைந்துபோகின்றன. எனவே இங்கு நிகரமாக மின் ஏதும் அழிக்கப்படவில்லை.

நிலைமின் பிம்பங்கள். இது சில வகை நிலைமின்னியல் கணக்குகளுக்குத் தீர்வு காண உதவும் ஓர் எளிய முறை. எடுத்துக்காட்டாக ஒரு மின்னின் அருகில் ஒரு மின் கடத்தியை வைத்தால் மின் தூண்டலின் மூலம் கடத்தியில் மின் ஏறி அது ஒரு விசையை உணரும். கடத்தியின் மேலுள்ள புறப்பரப்பு மின் அடர்த்தியையும், விசையையும் கணக்கிட, ஒரு பிம்ப மின் தகுந்த இடத்தில் வைக்கப்பட்டிருப்பதாகக் கற்பனை செய்து கொள்ளலாம். மின் கடத்தியால் தோற்றுவிக்கப்படும் மின் புலத்திற்குச் சமமான ஒரு மின்புலத்தை இந்தப் பிம்ப மின் உண்டாக்குவதாகக் கருதலாம். +q என்னும் ஒரு நேரின மின் AB என்னும் மின் கடத்திப் பரப்பிலிருந்து d என்னும் தொலைவில் அமையலாம். AB ஒரு வரம்பிலாத, தரையுடன் இணைக்கப்பட்ட கடத்திப் பரப்பு. இதன் மின்னழுத்தம் சுழி. இதில் -q என்னும் மின் தூண்டப்படும். +q என்னும் மின்னும், -q என்னும் மின்னும் கூட்டாக உண்டாக்கும் விளைவினால் ABஇல் உள்ள எந்த ஒரு புள்ளியிலும் மின்னழுத்தம் சுழியாகவே இருக்கும். ABஇன் வெவ்வேறு புள்ளிகள் +q இலிருந்து வெவ்வேறு தொலைவுகளில் உள்ளன. எனவே வெவ்வேறு புள்ளிகளில் +q வினால் உண்டாக்கப்படும் நேரின மின்னழுத்தங்கள் வெவ்வேறாக இருக்கும். எனவே வெவ்வேறு புள்ளிகளில் தூண்டப்படும் எதிரின மின்களும் வெவ்வேறாக இருந்தால் மட்டுமே ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் மின்னழுத்தம் சுழியாக இருக்க முடியும். ABஇல் வெவ்வேறு புள்ளிகளில் தோன்றிய மின்களைக் கண்டுபிடிக்க நிலை மின் பிம்ப முறை உதவுகிறது.



படம் 6. நிலைமின் பிம்பமுறை

AB-இலிருந்து d தொலைவில் உள்ள P என்னும் புள்ளியில் +q என்னும் மின் இருக்கலாம். AB-க்குச் செங்குத்தாக PN என்னும் கோட்டை வரைந்து அதை P′ என்னும் புள்ளி வரை நீட்டலாம். PN=NP′ஆகக் கொள்ளலாம். P′ இல் -q என்னும் மின் இருப்பதாகக் கருதலாம். AB என்னும் மின் கடத்தியை நீக்கிவிடலாம். கடத்தியின் தளத்திலுள்ள C என்னும் புள்ளியில் P, P′ ஆகிய மின்களினால் ஏற்படும் மின்புலம் $= 2qd/4\pi\varepsilon^0 (d^2+x^2)^{3/2}$

C இலுள்ள பரப்பு மின் அடர்த்தி σ எனில்

$$\frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{-\ 2qd}{4\pi\varepsilon^0 (d^2 + x^2)^{3/2}}$$

அல்லது $$\sigma = \frac{qd}{2\pi (d^2 + x^2)^{3/2}}$$

மின்னுக்கும் தளத்திற்கும் இடையிலுள்ள விசை =

$$-\frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 (2d)^2} = -\frac{q^2}{16\pi\varepsilon_0 d^2}$$

D என்னும் ஒரு புள்ளியில் மின்னழுத்தம் =

$$\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 DP} - \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 DP'}$$

Dஇல் உள்ள நிலையின் செறிவு, PD திசையில் செயல்படுகிற $q/4\pi\varepsilon_0 DP^2$, DP' திசையில் செயல்படும் $q/4\pi\varepsilon_0 DP'^2$ ஆகியவற்றின் தொகு பயனுக்குச் சமமாகும். இங்கு ε_0 என்பது வெற்றிடத்தின் அனுமதிப்பு எனப்படும். இது 8.8510^{-12} கூலூம்^{2}/நியூட்டன்-மீட்டர்^{2} -க்குச் சமம்.

- கே.என். ராமசந்திரன்

துணைநூல். S. Ramamoorthy, *Electricity and Magnetism*, The National Publishing Company, Madras, 1972.

நிலைமைச் சமநிலை

பொதுவாகப் பெரும்பான்மையான பொருள்கள் அனைத்தும் திண்ம, நீர்ம, வளிம நிலைமைகளில் உள்ளன. இந்த உள்ளமைப்பு, இயற்பியல் பண்புகள், (அடர்த்தி, ஒளிவிலகல் எண், வெப்ப அளவு போன்றவை) ஆகியவற்றில் வேறுபடும் வடிவங்கள் பொருளின் வெவ்வேறு நிலைமைகளை உண்டாக்குகின்றன. ஒரு பொருளுக்குப் பல்வேறு படிக வடிவங்கள் இருக்குமானால் (எ-டு: கந்தகம்) அந்தப் பொருளின் ஒவ்வொரு படிக வடிவமும் ஒரு திண்ம நிலைமையாகும். ஓர் அமைப்பில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பொருள்கள் இருக்குமாயின் அதில் காணப்படும் நிலைமைகளின் எண்ணிக்கை மிகுதி. இது நீர்மக் கரைசல், திண்மக் கரைசல் கூறுகளின் இயைபு இடையே நிகழும் இடைவினை ஆகியவற்றால் கிடைக்கும் வேதிச் சேர்மங்கள் போன்றவற்றை உள்ளடக்கியதாகும்.

இயற்கையில் கிடைக்கும் மற்றும் தொழில் வழிப் பொருள்கள் அனைத்தும் ஒரு படித்தானவையாகவோ (ஒரே ஒரு நிலைமையைக் கொண்டிருத்தல்), பல படித்தானவையாகவோ (பல நிலைமைகளைக் கொண்டிருத்தல்) உள்ளன. பனிக்கட்டி என்பது ஒரே ஒரு நிலைமையாகும். ஒருகூறு நீர் அமைப்பு ஒன்று, சிறிது நீர்மத்தையும் சிறிது ஆவியையும் கொண்டிருக்குமானால் அதில் இரண்டு நிலைமைகள் உள்ளன. பித்தளை என்பது ஒரே ஒரு நிலைமையைக் கொண்டுள்ளது. அதாவது பித்தளை துத்தநாகம், தாமிரத்தில் உள்ள ஒரு திண்மக் கரைசலாகும். ஒரு பலபடி நிலைமை கொண்ட ஓர் அமைப்பில் ஒவ்வொரு நிலைமையும் ஒரு ஒருபடித்தான நிலைமையைக் கொண்டதாகும். அந்த நிலைமை ஒவ்வொன்றும் வடிவ அமைப்பில், வேதியியைபில் பிற நிலைமைகளிலிருந்து வேறுபட்டு எந்திர முறையில் பிரிக்கக்கூடியதாக இருக்கும்.

ஓர் அமைப்பிலுள்ள பல்வேறு நிலைமைகளின் பல்வேறு கூடுதல்கள் ஒரு கூட்டுச் சமநிலையில் உள்ளமைக்கான நிபந்தனைகள், அவற்றின் உருவாதல்கள் மற்றும் உருமாற்றங்கள் (அழுத்தம், வெப்பநிலை, இயைபு ஆகியவற்றில் ஏற்படுத்தப்படும் மாறுதல்களால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன) ஆகியவை நிலைமைச் சமநிலையின் மையக் கருத்தை உருவாக்குகின்றன. நிலைமைச் சமநிலையின் தத்துவங்கள், உலோகக் கலவைகளின் அமைப்பு மற்றும் இயைபு, உலோகவியலில் உள்ள செயல்முறைச் சிக்கல்கள், பீங்கான், கண்ணாடித் தொழில், கனிமங்களைப் பற்றிய மண்ணியல் ஊகங்கள், உப்புப் படிவங்களைப் பயன்படுத்தும் முறை ஆகியவற்றில் இடம்பெறுகின்றன. பொதுவாக இயற்பியல், வேதியியல் பிரித்தெடுத்தல் முறைகளான காய்ச்சி வடித்தல், படிகமாக்கல், பிரித்தெடுத்தல் ஆகியவற்றில் உள்ள சிக்கல்களை ஆராய நிலைமைச் சமநிலை உதவுகிறது. அனைத்து நிலைமைச் சமநிலைகளையும் விளக்கும் மிக முக்கியமான தத்துவம், சோசியா வில்லியர்டு கிப்ஸ் என்பாரால் வருவிக்கப்பட்ட நிலைமை விதியாகும். இது அவருடைய வெப்ப இயக்கவியல் பற்றிய கொள்கைகளிலிருந்து பெறப்பட்டது. இதன் செயல்முறை முக்கியத்துவம், பயன் ஆகியவை பேக்குயில் ரூச்பூம் என்பாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

கூறுகளின் எண்ணிக்கை, நிலைமைகளின் எண்ணிக்கை, கூட்டின்மை எண்களின் எண்ணிக்கை (அதாவது இடைநிலைச் சமநிலையில் உள்ள அமைப்பில் ஏற்படும் மாற்றங்கள்) ஆகியவற்றினை நிலைமை விதி தொடர்புபடுத்துகிறது. இந்த அமைப்பு அழுத்தம், வெப்பநிலை, இயைபு (அந்த அமைப்பின் கூறுகளின் விகிதாச்சாரங்கள்) ஆகியவற்றில் ஏற்படக்கூடிய மாற்றங்களுக்கு மட்டுமே உட்படுத்தப்படுகிறது. தூய நீருக்கான நீர்மம், ஆவிக்கிடையேயான சமநிலை (ஒரு கூறு அமைப்பு) ஒரே ஒரு மாறும் அளவைக் கொண்டுள்ளது.

ஏனெனில் ஆவி அழுத்தம், வெப்பநிலையின் சார்பு ஆகும். இவை யாவும் அக மாறிகளாகும். (ஓர் அகமாறி என்பது நிலைமையின் அளவினைப் பொறுத்ததன்று; எ-டு. அழுத்தம், வெப்பநிலை ஆகியன. பொருண்மை, பருமன் ஆகியவை அகமாறிகளாகா. அவை புறமாறிகளாகும். தன்னிச்சையாக ஒன்றைக் குறிப்பிட்டால் அது மற்றொன்றை உறுதிப்படுத்துகிறது. ஓர் இரு கூறு கரைசலுக்கான (எ-டு: நீர், அசெட்டோன்) நீர்ம-ஆவிச் சமநிலை இரு மாறிலிகளைக் கொண்டதாகும் அழுத்தம், வெப்பநிலை, நீர்ம இயைபு, வளிம இயைபு ஆகிய நான்கு மாறும் அளவுகளில், அந்த அமைப்பினால் ஏற்றுக் கொள்ளக்கூடிய ஏதேனும் இரண்டு அளவுகளைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம். இவ்வாறு செய்தல் சமநிலையில் உள்ள நிலைமைகளின் எண்ணிக்கை அல்லது இயல்பைப் பாதிக்கக்கூடாது. அதாவது நான்கு அளவீடுகளில் இரண்டு அளவுகளை மட்டும் குறிப்பிட்டால் இந்த அமைப்பை முழுவதுமாக அதன் அகமாறிகளைப் பொறுத்த வரையில் வரையறுக்க முடியும். இந்த அமைப்பு பனிக்கட்டி பிரியும் வரை குளிர்விக்கப்படுமானால் மாற்றம் ஒன்றாகக் குறைக்கப்படும். ஏனெனில் பல மாறிகளில் ஏதேனும் ஒன்றைக் குறிப்பிட்டால் அது அந்த அமைப்பை அறுதியிடப் போதுமானதாக உள்ளது. சமநிலையில் அந்த அகமாறிகள், நிலைமைகளின் உண்மை, ஒப்பு நிறைகளைப் பொறுத்து மாறுவதில்லை. காட்டாக, பனிக்கட்டியின் உறைநிலை, எவ்வளவு பனிக்கட்டி உருக்கப்படுகிறது என்பதைப் பொறுத்ததன்று. இதைப்போல், ஓர் உப்பின் கரைதிறன் (அதாவது அதன் தெவிட்டிய கரைசலில் அதன் செறிவு) மிகுந்துள்ள திண்ம உப்பின் அளவைப் பொறுத்ததன்று.

ஓர் அமைப்பில் உள்ள கூறுகளின் எண்ணிக்கை, அதனைத் தயாரிக்கும் முறையிலிருந்து தெளிவாகிறது. எ-டு. ஓர் உலோகக் கலவை; இது ஓர் அமைப்பில் உள்ள வேதிப்பொருள்களின் எண்ணிக்கையை மட்டும் குறிப்பிடுவதில்லை. சான்றாக, நீர், அதன் வெவ்வேறு நிலைகளில் வெவ்வேறு மூலக்கூறு தொகுதிகளாக இருக்கலாம். அது அயனிகள் வடிவத்தில் இருக்கலாம் அல்லது உயர் வெப்பநிலைகளில் தனித்தனி ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுகளாகப் பிரியலாம். இங்கு H_20 என்னும் ஒரே ஒரு கூறு மட்டுமே அமைப்பிலுள்ளது. ஓர் அமைப்பில் உள்ள வெவ்வேறு நிலைமைகளின் இயைபினை விளக்குவதற்குத் தேவையான ஒன்றை ஒன்றைச் சார்ந்திராத பொருள்களின் மிகச்சிறிய எண்ணிக்கை கூறுகளின் எண்ணிக்கை எனப்படும். திண்ம $CaCO_3$, திண்ம CaO மற்றும் CO_2 வளிமம் உள்ள ஒரு பலபடித்தான சமநிலையில் மூன்று வேறுபட்ட இனங்கள் இருந்தாலும், இதில் இரண்டு கூறுகள் மட்டுமே உள்ளன. ஏனெனில் CaO, CO_2 ஆகிய இரண்டும் சேர்ந்து $CaCO_3$ இன் இயைபைக் கொடுக்கின்றன. ஆனால் $CaCO_3$ ஐக் கூட ஒரு கூறாகத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ளலாம். இது எப்போது முடியுமெனில் மற்ற இரண்டில் (CaO அல்லது CO_2) ஏதேனும் ஒன்றின் இயைபினைக் குறை மதிப்பில் கூற முடிய வேண்டும். இதுபோல் நான்கு பொருள்கள் சமநிலையில் உள்ள $BaSO_4 + Na_2CO_3 \text{----->} BaCO_3 + Na_2SO_4$ என்னும் அமைப்பு, மூன்று கூறுகளைக் கொண்டுள்ளது. ஏனெனில் ஏதேனும் மூன்றினைக் கொண்டு நான்காவதன் இயைபினைக் குறிப்பிட முடியும்.

$$BaCO_3 = BaSO_4 + Na_2CO_3 = Na_2SO_4$$

ஆகவே, கூறுகளைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்வது எளிது என்றாலும் அவற்றின் போதுமான குறைந்த எண்ணிக்கை உறுதிப்படுத்தப்பட்டதாகும்.

நிலைமை விதி ஒரு சமநிலையில் உள்ள ஓர் அமைப்பிற்குக் கீழ்க்காணுமாறு அமைகிறது.

$$F = \alpha - \beta + 2$$

α = கூறுகளின் எண்ணிக்கை,

β = நிலைமைகளின் எண்ணிக்கை,

F = கட்டின்மை எண்களின் எண்ணிக்கை.

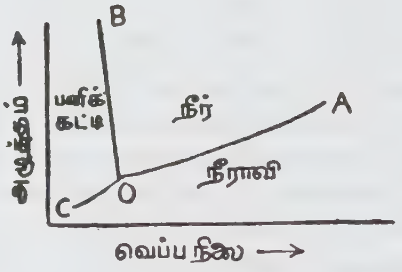
எனவே, சமநிலையில் இருக்கும் நிலைமைகளின் உயர் எண்ணிக்கை, $\alpha + 2$ ஆகும். இந்த உயர் எண், அந்த அமைப்பு எதைப் பொறுத்தும் மாறாமல் இருந்தால்தான் கிடைக்கும். அதாவது F = 0 ஆக இருக்கும்போது மட்டுமே கிடைக்கும். எனவே அழுத்தம், வெப்பநிலை, நிலைமைகளின் இயைபு ஆகியவை அந்த அமைப்பினாலேயே நிலைப்படுத்தப்படும்.

சான்றாக, ஒரு சமநிலை ஒரே ஓர் மாறிலியைப் பொறுத்து மாறுவதாகவும், நிலைமைகளின் எண்ணிக்கை $\alpha + 1$ ஐவிட மிகுந்திராமலும் இருந்தால் அழுத்தத்தைத் தேவைப்படின் மாற்றலாம். ஒரு சில கனிமப்படிவங்கள் உருவாதலில் அனைத்து நிகழ்வும் அழுத்தம், வெப்பநிலையைப் பொறுத்து ஓர் இடைவெளியில் மாறுவதைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். இந்த இரட்டைமாறிச் சமநிலையில் உள்ள நிலைமைகளின் எண்ணிக்கை கூறுகளின் எண்ணிக்கையை மிக முடியாது. இவ்வகைக் கட்டுப்பாடுகள் உண்மையான பலபடித்தான சமநிலையில் உள்ள அமைப்புகளுக்கே பொருந்தும். மிகை எண்ணிக்கையில் நிலைமைகள்

உள்ளமையால் பல பொருள்கள் நிலைமை விதியினால் விளக்கப்பட முடியாமல் உள்ளன. ஏனெனில் அந்த நிலைமைகள் சமநிலையில் இருப்பதில்லை.

அழுத்தம், வெப்பநிலைக் கூறுகளில் விகிதாச்சாரங்கள் ஆகியவற்றில் மாறுதல் செய்ய இயலும் அமைப்புகளை மட்டுமே நிலைமை விதி விளக்கும். அமைப்புகள் மின், காந்தப் புலங்களால் பாதிக்கப்படக் கூடாது. புவிஈர்ப்பு விசை அனைத்து நிலைமை விதிப் பயன்முறைகளிலும் எடுத்துக் கொள்ளப்படுவதில்லை. பரப்பு விளைவுகள் நன்கு தூளாக்கப்பட்ட சூழ்மப் பொருள்களிலும், பெரும் பரப்பினைக் கொண்டுள்ள உட்கவரும் காரணிகள், உறிஞ்சிகள், வினையூக்கிகள் ஆகியவற்றிலும் முக்கியமானவையாக உள்ளன. இங்குச் சாதாரண நிலைமை விதி பயன்படுவதில்லை. அமைப்பின் பல நிலைமைகளுக்கு இடையிலுள்ள சமநிலைகளை விளக்கும் படம் நிலைமை வரைபடம் (phase diagram) எனப்படும். இதில் F = 0 புள்ளியாகவும், F = 1 கோடாகவும், F = 2 பரப்பாகவும் குறிக்கப்படும்.

ஒரு கூறு அமைப்புகள். இங்குக் காணப்படும் மாறிகள் அழுத்தம், வெப்பநிலையே ஆதலால் ஒரு பொருளின் நிலைமை வரைபடம் இரண்டு அச்சுகளால் படம் 1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு குறிப்பிடப்படுகிறது. மூன்று பரப்புகளில் ஒவ்வொரு பரப்பும் இரட்டை மாறிச் சூழ்நிலையில் பொருள் தனித்த ஒரே நிலைமையில் இருக்கும் அழுத்தம், வெப்பநிலையின் அளவைக் குறிக்கிறது.



படம் 1. ஒரு பொருளின் திண்ம, நீர்ம, வளிம நிலைகளுக்கான நிலைமைச் சமநிலை

சான்றாக, ஓர் ஆவி மாதிரியின் அழுத்தம், வெப்பநிலையை நிலைமையில் மாறுதல் இன்றி மாற்ற முடியும். இரண்டு பரப்புகளுக்கு இடையேயுள்ள கோடு இரண்டு நிலைமைகள் கூட்டுச் சமநிலையில் உள்ளமைக்குத் தேவையான அழுத்தம், வெப்பநிலையின் ஒற்றை மாறி நிபந்தனைகளைக் குறிக்கிறது. இவற்றிற்கு நிலைமை எல்லை வரைவு அல்லது நிலைமை மாற்ற வளைவு என்று பெயர். குறிப்பாகத் திண்ம - வளிமச் சமநிலைக்கான பதங்கமாதல் வளைவு, திண்ம-நீர்மச் சமநிலைக்கான உருகுதல் வளைவு, நீர்ம-வளிமச் சமநிலைக்கான ஆவியாதல் வளைவு ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. இம்மூன்று வளைவுகளும் ஒரு புள்ளியில் ஒரே ஓர் அழுத்தம், வெப்ப நிலைமையைக் குறிக்கின்ற புள்ளியில் வெட்டுகின்றன. இப்புள்ளி மும்மைப்புள்ளி எனப்படுகிறது. இப்புள்ளியில் மூன்று நிலைமைகளும் சமநிலையில் உள்ளன.

'a' என்னும் புள்ளியில் பொருள் முழுவதுமாகத் திண்மநிலையிலுள்ளது. மாறா அழுத்தத்தில் வெப்பநிலை உயர்த்தப்பட்டால் நிலைமையின் பண்புகளான வெப்ப அளவு, ஒளிவிலகல் எண், அடர்த்தி ஆகியவை சீராக மாறுதலடைகின்றன. ஆனால் நிலைமை உருகுதல் வளைவை அடையும்வரை ஒரே ஒரு நிலைமையாக உள்ளது. வெப்பம் உறிஞ்சப்படுவதாலும், திண்மம், நீர்மமாக மாறுதல் அடைவதாலும் இங்கு வெப்பநிலை, மாறிலியாக உள்ளது. திண்மம் முழுவதும் பயன்படுத்தப்படும் வரையில் அமைப்பு நிலைமாற்ற வரைவைத் தாண்டுவதில்லை. பிறகு மாதிரி முழுவதும் நீர்மமாகும். (எ-டு: புள்ளி b). இப்போது வெப்பம் உறிஞ்சப்பட்டு ஆவி உருவாகத் தொடங்குகிறது. நீர்மம் ஆவியாக மாறும் வரை வெப்பநிலை மாறாமல் உள்ளது. இப்போது வெப்பநிலையை மேலும் அதிகரித்து 'c' என்னும் புள்ளியை அடையலாம்.

நீரில் பனிக்கட்டி, நீர், ஆவி என மூன்று நிலைமைகள் உள்ளன. இம்மூன்று நிலைமைகளின் இயைபுகளும் H_2O என்னும் உறுப்பால் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இதன் கூறு எண் ஒன்று ஆகும். எனவே,

$$F = \alpha - \beta + 2$$

$$= 1 - 3 + 2$$

$$= 0$$

இதனால் மூன்று நிலைமைகளும் சமநிலையில் உள்ளமையை ஒரு புள்ளியில் தான் காட்ட இயலும். இப்புள்ளியே மும்மைப்புள்ளி (படத்தில் புள்ளி) எனப்படும்.

பனிக்கட்டி $\rightleftharpoons$ நீர்

நீர் $\rightleftharpoons$ ஆவி

பனிக்கட்டி $\rightleftharpoons$ ஆவி

மேற்குறிப்பிட்ட ஒவ்வோர் அமைப்பிலும் இரண்டு நிலைமைகளே உள்ளன.

$$F = 1 - 2 + 2$$

$$F = 1$$

எனவே, இச்சமநிலைகள் கோடுகளால் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. பனிக்கட்டி நீர், ஆவி ஆகிய ஒவ்வோர் அமைப்பிலும்

$$\therefore F = 1 - 1 + 2$$

$$= 2$$

எனவே, இவை ஒவ்வொன்றும் தனித்தனிப் பரப்பில் காட்டப்படுகிறது. (பரப்புகள் BOC, AOC, AOB) படத்தில் கோடு OA, நிலையில்லாச் சமநிலையைச் சுட்டுகிறது. (படம் 2.)

இருகூறு அமைப்பு. இருகூறு அமைப்புகளில் கூறுகளின் எண்ணிக்கை 2. சமநிலையில் உள்ள அமைப்பின் மிகக் குறைந்த நிலைமை F=1 எனவே, இவ்வகை அமைப்புகளின் கூட்டின்மை எண்,

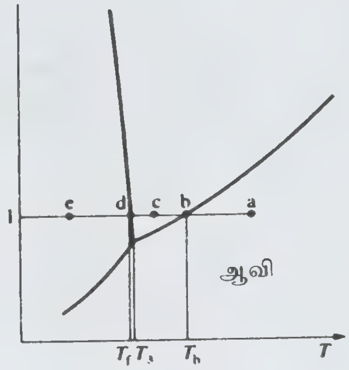
$$F = \alpha - \beta + 2$$

$$= 2 - 1 + 2$$

$$= 3$$

இவ்வகை அமைப்புக்கான அறுதியிடலில் வெப்பநிலை, அழுத்தம், ஏதேனும் ஒரு கூறின் இயைபு ஆகிய மூன்று மாறிகளை வரையறுக்க வேண்டும். இதற்கு முப்பரிமாண நிலைமை வரைபடம் தேவைப்படும். இதனை ஒரு தள நிலைமை வரைபடத்தில் காட்ட வேண்டுமானால் மாறிகளில் ஏதேனும் ஒன்று தானாகவே வரையறுக்கப்படும் வகையில் ஆய்வு செய்தல் வேண்டும். காட்டாக, திண்மக் கரைசல்கள், திண்ம - நீர்மச் சமநிலைகள் திறந்த பாத்திரத்தில் செய்யப்படுகின்றன. அமைப்பின் அழுத்தம் வளிம மண்டல அழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருக்குமாதலால் அழுத்தம் தாமாகவே வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே இவ்வகை அமைப்புகளில் நிலைமைவிதி கீழ்க்காணுமாறு மாற்றி எழுதப்படுகிறது.

$$F = \alpha - \beta + 1$$



படம் 2. நீர் அமைவு

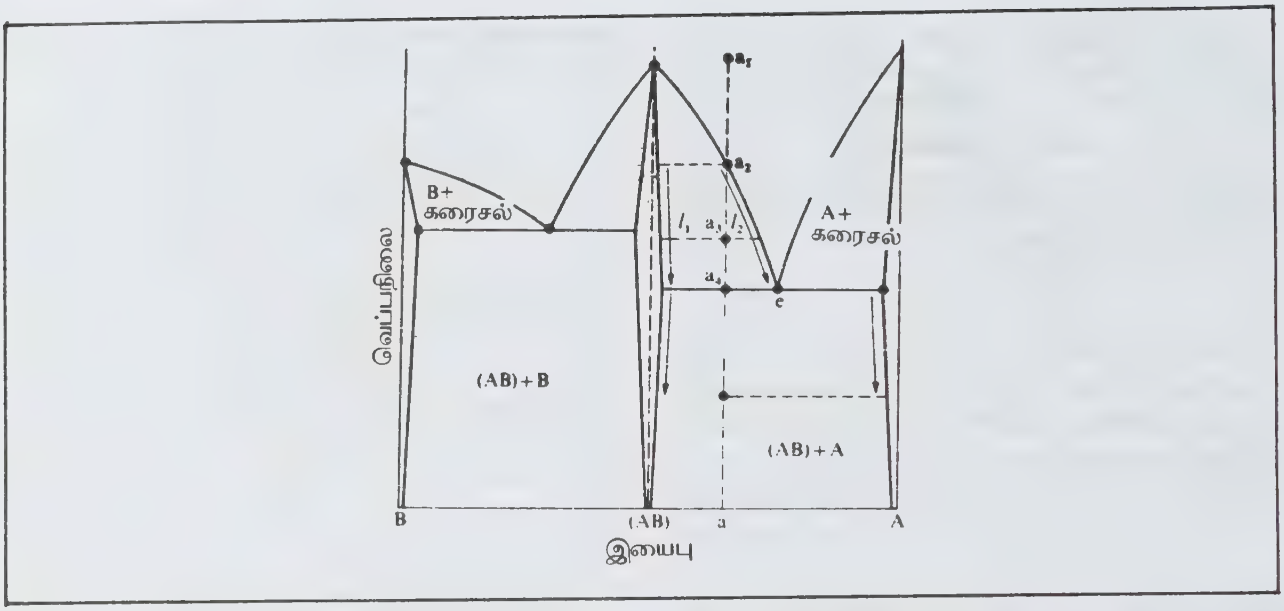
இது குறைக்கப்பட்ட நிலைமை விதி எனப்படுகிறது. மேற்கூறிய அமைப்புகளின் மிகுதியான கூட்டின்மை எண் $F = \alpha - \beta + 1 = 2-1+1 = 2$ என ஆகிறது. எனவே அமைப்பைக் காட்ட ஒரு தள நிலைமை வரைபடம் போதுமானது. சில சமநிலைகளில் உருகிய நிலையில் இரண்டு கூறுகளும் நன்றாகக் கலந்து, குளிர்விக்கப் படும்போது சீரான கலவையைத் தருகின்றன. இக்கலவைக்கு நல்லுருகு **(eutectic mixture)** கலவை என்று பெயர். எ.டு: துத்தநாகம் - காட்மியம் அமைப்பு, காரீயம் - வெள்ளி அமைப்பு, காரீயம் - ஆன்ட்டிமனி அமைப்பு.

சில சமநிலைகளில் கூறுகள் வினையில் ஈடுபட்டுக் குளிர்விக்கப்படும்போது ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட சேர்மங்களைத் தருகின்றன. எ-டு: குப்ரஸ் குளோரைடு - ஃபெரிக்குளோரைடு, கால்சியம் குளோரைடு - பொட்டாசியம் குளோரைடு.

எளிய நல்லுருகு அமைப்புகள். இவ்வகை அமைப்பிற்கான நிலைமை வரைபடத்தில் வெப்பநிலை, இயைபு ஆகிய மாறிகளை வரையறுத்தாலே போதுமானது. ஏனெனில் இங்கு அழுத்தம் மாறிலியாகிவிடுகிறது. எனவே

$F = \alpha - \beta + 1$ (குறைக்கப்பட்ட நிலைமை விதி)

படம் 3 இல் AB புள்ளிகள் முறையே தூய கூறுகள் AB இன் உருகுநிலையைக் காட்டுகின்றன. கூறு A உடன்கூறு B ஐச் சிறிது சிறிதாகச் சேர்க்க A இன் உருகுநிலை AC



படம் 3. எளிய நல்லுருகு புள்ளி

வழியாகக் குறைகிறது. கூறு B உடன், கூறு A ஐச் சிறிதளவாகச் சேர்க்க B இன் உருகுநிலை BC வழியாகக் குறைகிறது. இரண்டு கோடுகளும் C என்னும் புள்ளியில் வெட்டிக்கொள்கின்றன. எனவே, AC என்னும் கோடு கூறு A இன் உருகுநிலைக் கோடு ஆகும். கூறு B இன் உருகுநிலைக் கோடு BC ஆகும். C என்னும் புள்ளியில் திண்ம A, திண்ம B நீர்மக் கரைசல் ஆகிய மூன்று நிலைமைகள் சமநிலையில் உள்ளன. இங்குக் குறைக்கப்பட்ட நிலைமை விதி பயன்படுத்தப்படும்.

$$F = \alpha - \beta + 1$$

$$= 2-3+1=0$$

எனவே, இப்புள்ளியின் கூட்டின்மை எண் பூஜ்யம் ஆகும். இப்புள்ளி கலவையின் மிகக் குறைந்த உருகுநிலையைக் குறிக்கிறது. நல்லுருகல் புள்ளி எனப்படும் இப்புள்ளியின் வெப்பநிலை நல்லுருகு வெப்பநிலை எனப்படுகிறது. இப்புள்ளியின் இயைபு, நல்லுருகு இயைபு எனப்படும். கோடு AC இன் திண்ம A உம் நீர்மக் கரைசலும் சமநிலையில் உள்ளன. ACB க்கு மேலுள்ள பரப்பில் நீர்மக் கரைசல் மட்டுமே உள்ளது.

$$F = 2 - 1 + 1 = 2$$

AC இல் உள்ள பரப்பில் திண்மம் A உம் நீர்மக் கரைசலும் இருக்கும். நல்லுருகு வெப்பநிலையில் கரைசல் திண்மமாகிறது. எனவே, இவ்வெப்பநிலைக்குக் கீழ் உள்ள பரப்பில் திண்மக் கரைசல், திண்மம் A ஆகியவை இருக்கும்.

காரீயம் - வெள்ளி அமைவு. இது இருகூறு அமைவாகும். இரண்டு உலோகங்களின் நீர்மங்களும் நன்றாகக் கலக்கின்றன. ஆனால் சேர்மம் கிடைப்பதில்லை. நிலைமை விதி $F = \alpha - \beta + 1$ ஆகும். இவ்வமைப்பின் நிலைமை வரைபடம் படம் 4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

புள்ளி A , புள்ளி B ஆகியவை தூய கூறுகளைக் குறிக்கின்றன. தூய காரீயத்துடன் சிறிது சிறிதாக வெள்ளியைச் சேர்க்கும்போது அதன் உருகுநிலை AC வழியாக மாறுதலடைகிறது. எனவே AC என்பது காரீயத்தின் உருகுநிலைக்கோடு ஆகும். AC இன் வழியே திண்மக் காரீயமும் நீர்மக் கலவையும் சமநிலையில் உள்ளன.

$$F = 2 - 2 + 1 = 1$$

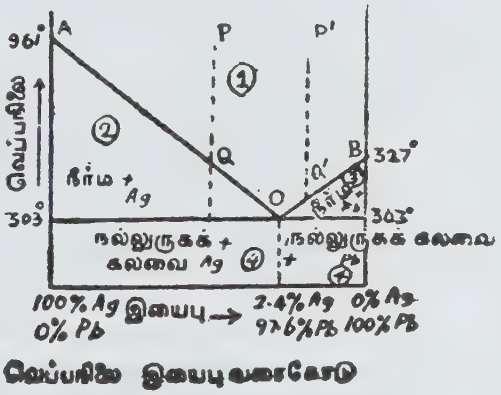
கோடு BC வெள்ளியின் உருகுநிலைக் கோடு ஆகும். இரண்டு கோடுகளும் புள்ளி C இல் சந்திக்கின்றன. இப்புள்ளியில் திண்மக் காரீயம், திண்ம வெள்ளி, நீர்மக் கரைசல் ஆகிய மூன்றும் சமநிலையில் உள்ளன. $F = 2 - 3 + 1 = 0$. இப்புள்ளியே அமைப்பின் நல்லுருகு புள்ளி ஆகும். இந்த நல்லுருகு அமைப்பின் நல்லுருகு வெப்பநிலை 576 K. நல்லுருகு இயைபு 97.4 % காரீயம், 2.6 % வெள்ளி ஆகும்.

அர்ஜென்டிஃபெர்ரஸ் காரீயத் தாதுவிலிருந்து வெள்ளியைப் பிரித்தெடுத்துப் பயன்படுத்துவதற்காகப் பாட்டின்சன் முறை பயன்படுகிறது. இதற்கு இந்த

நிலைமை வரைபடமே அடிப்படையாக அமைகிறது. X-இயைபு கொண்ட காரீயம்-வெள்ளிக் கலவை நீர்மக் கரைசலில் சிறிதளவே வெள்ளி உள்ளது. இதனைக் குளிர்விக்கும்போது புள்ளி Y வரை எம்மாற்றமும் இல்லை. மேலும் குளிர்விக்கும்போது திண்மக் காரீயம் YC வழியே பிரிகையடைகிறது. எனவே, முடிவில் 2.6% வெள்ளி கொண்ட கலவை கிடைக்கிறது.

சேர்மம் தோன்றுதல். இரண்டு கூறுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் இணைந்து வேதிச் சேர்மத்தைக் கொடுக்கின்றன. இவற்றில் இரண்டு வகை அமைப்புகள் உள்ளன. அவை: உச்ச உருகுநிலை அமைப்புகள், உச்ச உருகுநிலையில்லா அமைப்புகள்.

உச்ச உருகுநிலைச் சேர்மம் தோன்றுதல். இதற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு துத்தநாகம் - மக்னீசியம் அமைப்பு. இந்த அமைப்பில் வேதிவினை நடைபெற்று $Mg(Zn)_2$ என்னும் சேர்மம் தோன்றுகிறது. இதன் இயைபு (எடையில்) Mg = 79%, Zn = 21%. துத்தநாகத்தின் உருகுநிலை 693K. மக்னீசியத்தின் உருகுநிலை 923K. சேர்மத்தின் உருகுநிலை 863K. உருகும்போது இச்சேர்மத்தின் இயைபு மாறுவதில்லை. மேலும் இச்சேர்மம் நிலைப்புத் தன்மை கொண்டது. இவ்வகைச் சேர்மம் உச்ச உருகுநிலைச் சேர்மம் எனப்படும்.



படம் 4. காரீயம் - வெள்ளி அமைவு

Zn - Mg அமைப்பின் நிலைமை வரைபடத்தில் (படம் 5) இரண்டு நல்லுருகு அமைப்புகள் உள்ளன. இதனைக் கோடு DD பிரிக்கும். வரைபடத்தின் முதல் பகுதி $Zn\text{-}Mg(Zn)_2$ நல்லுருகு அமைப்பையும் இரண்டாம் பகுதி $Mg - (Mg(Zn)_2$ நல்லுருகு அமைப்பையும் சுட்டுகின்றன.

சேர்மம் $Mg(Zn)_2$உடன் Zn ஐச் சேர்க்கும்போது சேர்மத்தின் உருகுநிலையில் ஏற்படும் மாற்றத்தைக் கோடு DC சுட்டுகிறது. Mg சேர்க்கும்போது ஏற்படும் மாற்றத்தை DE காட்டுகிறது. புள்ளி Dஇல் திண்ம, நீர்மச் சேர்மங்கள் ஒரே இயைபைக் கொண்டுள்ளன. இதுவே சேர்மத்தின், $Mg(Zn)_2$இன் உச்ச உருகுநிலை ஆகும்.

இந்த வரைபடத்தில் நல்லுருகு புள்ளிகள், C, E ஆகியவற்றால் குறிக்கப்படுகின்றன. புள்ளி Cஇல் நீர்மக் கரைசல், திண்மத் துத்தநாகம், திண்மச் சேர்மம் ஆகியவை சமநிலையில் உள்ளன. எனவே,

$$F = 2 - 3 + 1 = 0$$

D இல் திண்ம மக்னீசியம், நீர்மக் கரைசல், திண்மச் சேர்மம் ஆகியவை சமநிலையில் உள்ளன.

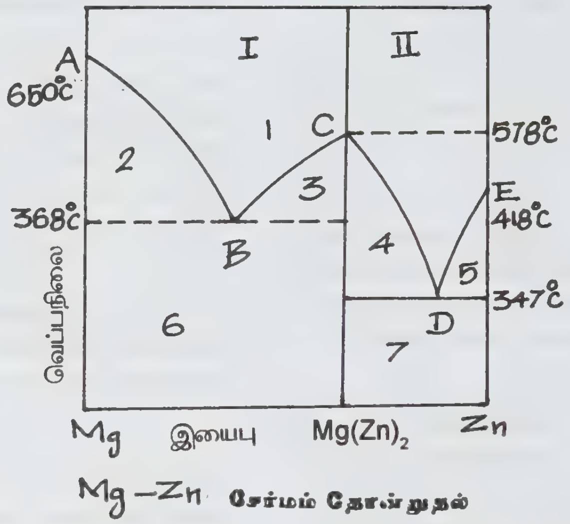
இயைபு Xஐக் கொண்ட கரைசலைக் குளிர்விக்கும்போது புள்ளி Y இலிருந்தும், திண்மம் $Mg(Zn)_2$ உருவாகிறது. மேலும் குளிர்விக்கும்போது நல்லுருகு இயைபு புள்ளி கிடைக்கிறது. மேலும் குளிர்வித்தால் நல்லுருகு கலவை திண்மமாகிறது.

உச்ச உருகுநிலையில்லாச் சேர்மம் உருவாதல். இவ்வகை அமைப்புகளில் சேர்மத்தைச் சூடுபடுத்தும்போது உச்ச உருகுநிலையை அடையும் முன்பே சேர்மம் சிதைந்துவிடுகிறது. எனவே, புதிய திண்மச் சேர்மமும், வேறு இயைபு கொண்ட நீர்மக் கரைசலும் கிடைக்கின்றன. இவ்வகைச் சேர்மம் உச்ச உருகுநிலையில்லாச் சேர்மம் எனப்படும்.

இவ்வகை அமைப்புகளுக்குப் பொதுவான நிலைமை வரைபடம், படம் 6இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. A,B ஆகியவை கூறுகள் என்றும் AB_2என்பது அமைப்பில் தோன்றும் ஒரு சேர்மம் என்றும் கருதினால் A,B ஆகியவை தூய கூறுகள் A,B ஆகியவற்றின் உருகுநிலைகளைக் குறிக்கின்றன. புள்ளி E, சேர்மம் AB_2இன் கற்பனை உச்ச உருகுநிலை ஆகும். இதனை அடைவதற்கு முன்பே புள்ளி O இல் சேர்மம் சிதைந்து விடுகிறது. எனவே, புள்ளி Dஇல் சேர்மம் AB_2 இன் உச்ச உருகுநிலையில்லாப் புள்ளியாகும். இதற்கு நிலைமாறு வெப்பநிலை (transition temperature) என்று பெயர்.

Aஇன் உருகுநிலைக் கோடு AC ஆகும். A உடன் Bஐச் சேர்த்தால் நிகழும் மாற்றத்தை இக்கோடு காட்டுகிறது. இதில் திண்மம், நீர்மக் கரைசலுடன் சமநிலையில் உள்ளது.

$$F = 2 - 2 + 1 = 1$$



படம் 5

புள்ளி Cஇல் புதிய திண்மச் சேர்மம் AB_2 உண்டாகிறது. மேலும் Bஐச் சேர்க்க, சேர்மத்தின் உருகுநிலை உயருவதை CD கோடு தெரிவிக்கிறது. இங்கு நீர்மக் கரைசல், திண்மச் சேர்மம் AB_2 ஆகியவை சமநிலையில் உள்ளன. Dஇல் சேர்மம் சிதைந்து பின்வரும் சமநிலை உருவாகிறது.

$AB_2 \rightleftharpoons$ புதிய திண்மம் + நீர்மம்

கோடு BD உருகுநிலைக்கோடு ஆகும். Cஇல் திண்மA, திண்ம AB_2 நீர்மக் கரைசல் ஆகியவை சமநிலையில் உள்ளன. இதுவே நல்லுருகு புள்ளியாகும். எ-டு. சோடியம்-பிஸ்மத் அமைவு, சோடியம்-நீர் அமைவு.

திண்மக் கரைசல். திண்ம, நீர்ம நிலைகளில் நன்றாகக் கலக்கக்கூடிய இரண்டு உலோகங்களின் நீர்மக் கரைசலைக் குளிர்வித்தால் திண்மக் கரைசல் கிடைக்கும். இந்த அமைப்பில் இரண்டு நிலைமைகள் இருக்கலாம். அவை: திண்மக் கரைசல், நீர்மக் கரைசல் என்பன.

$$F = C - P + 1 = 0;\ 2-2+1 = 1$$

ஏதேனும் ஒரு நிலைமை மட்டும் இருக்கும்போது,

$$F = 2 - 1 + 1 = 2$$

திண்மக் கரைசல்களை நிலைமை வரைபடங்களைப் பொறுத்து மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

அ) உயர் அல்லது குறை உறைநிலைப்புள்ளி இராத அமைவு. எ-டு: Bi - Sb அமைவு.

ஆ) உயர் உறைநிலைப்புள்ளி கொண்ட அமைவுகள். ஈருலோகக் கலவை அமைவுகளில் இவ்வகை இல்லை.

இ) குறை உறைநிலைப்புள்ளி கொண்ட அமைவுகள் எ-டு: Co - Mn,, Cu - Au அமைவுகள்.

தாமிரம் - நிக்கல் அமைப்பு. தாமிரமும் நிக்கலும் திண்ம மற்றும் நீர்ம நிலைகளில் நன்றாகக் கலக்கக் கூடியவை. இந்த அமைப்பின் நிலைமை வரைபடம் படம் 7இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

Cu, Ni ஆகியவற்றின் உருகுநிலை முறையே 1357K, 1723K ஆகும். தாமிரத்துடன் நிக்கலைச் சேர்க்கும்போது உருகுநிலை கூடுகிறது. நிக்கலுடன் தாமிரத்தைச் சேர்த்தால் உருகுநிலை குறைகிறது. மேலே உள்ள கோடு, நீர்மக் கோடு என்றும் கீழேயுள்ள கோடு திண்மக் கோடு என்றும் குறிப்பிடப்படும்.

நீர்மக் கோட்டிற்கு மேல் நீர்மக் கரைசலும் உள்ளது. இவ்வமைப்பில் உயர் உறைநிலைப்புள்ளியோ, குறை உயர்நிலைப்புள்ளியோ இல்லை. அமைப்பில் C என்ற புள்ளியைக் கருதினால் Y என்ற இயைபைக் கொண்ட நீர்மக் கரைசலும் Z என்ற இயைபைக் கொண்ட திண்மக் கரைசலும் சமநிலையில் உள்ளன. I என்ற இயைபைக் கொண்ட நீர்மக் கரைசலை எடுத்துக் கொள்ளலாம். இதனை மெதுவாகக் குளிர்வித்தால் புள்ளி Iஐ அடைந்தவுடன் திண்மக் கரைசல் பிரிவடையத் தொடங்குகிறது. மேன்மேலும் குளிர்விக்க, எஞ்சியுள்ள நீர்மக் கரைசலில் குறைந்தளவு நிக்கலும், அதிகளவு தாமிரமும் இருக்கும்.

வெப்பநிலை X என்ற புள்ளியை அடையும்போது கரைசல் முழுவதும் திண்மமாகத் தொடங்குகிறது

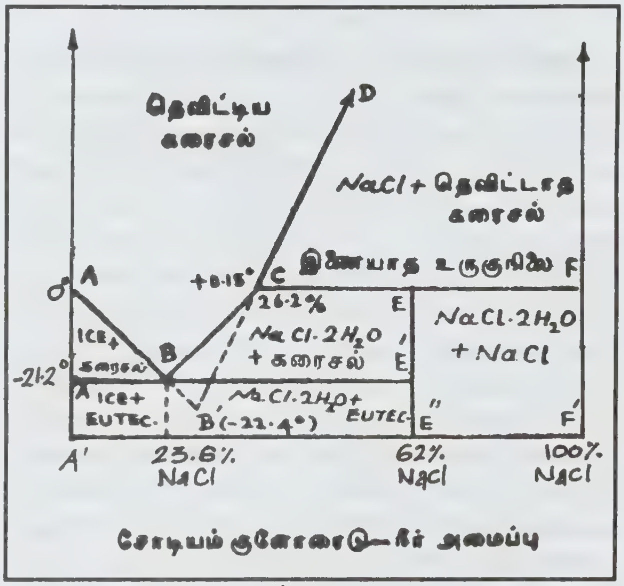
பின்னப் படிகமாக்கல். நீர்மக் கரைசலின் இயைபு X'Y வழியாகவும், திண்மக் கரைசலின் இயைபு XZ வழியாகவும் நகர்கின்றன. எனவே, ஒரு திண்மக் கரைசலை உருக்கி மீண்டும் குளிர்வித்தல் முறையைச் திரும்பச் செய்தால் கலவையிலுள்ள இரண்டு உலோகங்களையும் தனித்தனியே பிரிக்கலாம். இந்தத் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு உலோகக் கலவையைப் பிரித்தெடுப்பதற்குப் பின்னப் படிகமாக்கல் என்று பெயர்.

வளிம, நீர்மக் கரைசல்கள். ஒரு வளிமம், ஒரு நீர்மத்தில் உள்ள கரைசல், இரு கூறு அமைப்பிற்குச் சான்றாகும். வளிமம் நீர்மத்தில் கரைந்து நீர்மம் முழுவதும் வளிமத்தால் தெவிட்டப்படும்போது ஒரு சமநிலை ஏற்படுகிறது. இங்கு $\alpha = 2$ மற்றும் $\beta = 2$ (வளிமம், நீர்மம்). எனவே நிலைமை விதிப்படி, F= 2+2+2=2. எனவே இங்குக் கட்டின்மை எண், வெப்பநிலை, அழுத்தம் ஆகிய இரண்டுமாகும். தெவிட்டிய கரைசலின் இயைபு அதாவது வளிமத்தின் கரைதிறன், அழுத்தம், வெப்பநிலை, வளிமத்தின் இயல்பு, நீர்மக் கரைப்பானின் இயல்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமைந்திருக்கும்.

பகுதியளவு கரையக்கூடிய நீர்மங்கள். இரண்டு நீர்மங்கள் சிறிய அளவு கரைந்தால் அவை பகுதியளவு கரையக் கூடிய நீர்மங்கள் எனப்படும். சான்றாக, சிறிதளவு ஃபீனாலை நீருடன் சேர்த்தால் முதலில் கரைகிறது. மேலும் சேர்த்தால் அது கரையாமல் இரண்டு நீர்ம அடுக்குகள் கிடைக்கும். இது இரு கூறு அமைப்பிற்குச் சான்றாகும். இரண்டு நீர்ம அடுக்குகளும் ஒரு சமநிலையில் இருக்குமாறு இரண்டு கூறுகளின் (AB) அளவுகளும் அமைந்தால் ஓர் அடுக்கு ABஇல் உள்ள ஓர் அடுக்கு தெவிட்டிய கரைசலாகவும், பிறிதோர் அடுக்கு B,Aஇல் உள்ள ஒரு தெவிட்டிய கரைசலாகவும் அமையும். இவ்வாறு சமநிலையில் அமைந்த இரு நீர்ம அடுக்குகள் அல்லது நிலைமைகளுக்கு இணைக் கரைசல்கள் என்று பெயர்.

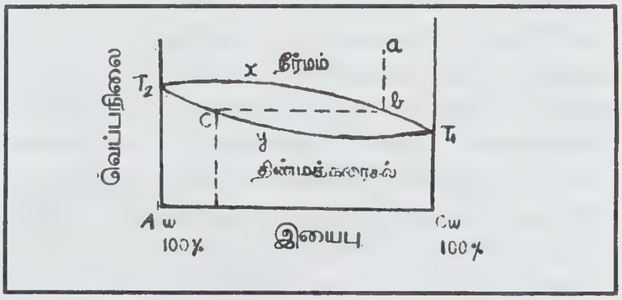
இணைக் கரைசல்களின் இயைபுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தத்தில் உறுதியானவை. இவ்விரு நீர்ம அடுக்குகளும் சமநிலையில் இருக்கும் வரையில் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் அவற்றின் இயைபுகள் அடுக்குகளின் உண்மை அல்லது ஒப்பீட்டு அளவுகளைப் பொருத்ததல்ல.

வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளுக்கு இயைபுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு (மாறா அழுத்தத்தில்) இயைபு மற்றும் வெப்பநிலைக்கு வரைபடம் வரைந்தால் படம் 8 கிடைக்கும். எந்த ஒரு t என்னும் வெப்பநிலையிலும், புள்ளிகள் l_1, l_2ஆகியவை இரண்டு இணைக் கரைசல்களின் இயைபைத் தருகின்றன. l_1 என்பது நீர் மிகுந்துள்ள கரைசலாகும். l_2 என்பது ஃபீனால்



படம் 6

மிகுந்துள்ள கரைசலாகும். வரைவின் வடிவத்திலிருந்து வெப்பநிலை உயர உயர இரண்டு அடுக்குகளின் இயைபும் ஒத்துப்போவதற்கான அறிகுறி தென்படுகின்றது. t_1 என்னும் வெப்பநிலையில் இரண்டு அடுக்குகளின் இயைபுகளும் ஒத்துள்ளன. இது விரைவின் உச்சப்புள்ளி Cஆல் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த வெப்பநிலைக்கு நிலைமாறு கரைசல் வெப்பநிலை என்று பெயர். இந்த வெப்பநிலைக்கு மேல் இரண்டு நீர்மங்களும் அனைத்து விகித அளவிலும் கலக்கும். மேற்கூறிய அமைவின் நிலைமாறு கரைசல் வெப்பநிலைக்கு, மேல் நிலைமாறு கரைசல் வெப்பநிலை என்று பெயர்.



படம் 7.

ஒரு சில அமைவுகளில் கீழ் நிலைமாறு கரைசல் வெப்பநிலை காணப்படும். எ-டு; நீரும் அமீனும் சேர்ந்த அமைப்பு. அதாவது இரண்டு நீர்மங்களும் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்குக் கீழ் நன்கு கரைகின்றன. இந்த அமைப்புக்கு மேல் மற்றும் நீர் நிலைமாறு கரைசல் வெப்பநிலை உண்டு. (படம் 9). இரண்டு வெப்பநிலை எல்லைகளுக்கும் வெளியே இரண்டு நீர்மங்களும் அனைத்து விகிதங்களிலும் கலக்கும்.

இரண்டு பகுதியளவு கரையக்கூடிய நீர்மங்களைக் காய்ச்சி வடித்தல். இயைபு மாறுபாட்டின் காரணமாக ஒரு நீர்மம் இரண்டு அடுக்குகளைக் கொண்டிருக்குமானால், அந்த இரண்டு அடுக்குகள் இருக்கும்வரை மொத்த ஆவி அழுத்தம் காய்ச்சி வடித்தலின்போது மாறாது. இது அந்த அடுக்குகள் எவ்வளவில் இருக்கின்றன என்பதைப் பொறுத்ததன்று. எனவே, நீர்மம் கொதிக்கத் (ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில்) தொடங்குகிறது. ஆவியின் இயைபும், இரண்டு அடுக்குகள் இருக்கும் வரை மாறாது. எனவே வடிநீர்மமும் மாறாத இயைபைக் கொண்டிருக்கும். இந்த இயைபு காய்ச்சி வடிக்கப்படும் நீர்மத்தின் இயைபை ஒத்திராது. இதனால் எஞ்சியுள்ள நீர்மத்தில் இரண்டு கூறுகளின் விகித அளவுகளும் மாறுகின்றன. அதாவது இரண்டு அடுக்குகளின் ஒப்பீட்டு அளவு மாறும்; ஆனால் அவற்றின் இயைபு மாறாமல் இருக்கும். மாறா இயைபைக் கொண்ட வடிநீர்மம் தொடர்ந்து இரண்டு இணைக் கரைசல்கள் இருக்கும் வரை சேகரிக்கப்படும். ஒரு கட்டத்தில் இரண்டு அடுக்குகளில் ஒன்று முழுவதும் பயன்படுத்தப்பட்டுவிடும். பிறகு கொதிநிலை உயரும். மேலும் கரையக்கூடிய நீர்மங்களுக்கு உள்ளவாறே ஆவி மற்றும் வடிநீர்மத்தின் இயைபு தொடர்ந்து மாறும்.

காய்ச்சிவடித்தலின்போது இரண்டு இணை கரைசல்களும் ஆவியுடன் சமநிலையிலுள்ளன. எனவே அமைப்பில் மூன்று நிலைமைகள் உள்ளன. இரண்டு நீர்மங்கள் மற்றும் ஆவி என அமைவதால் ஓர் இரண்டு கூறு அமைப்பிற்கு F=2-3+2=1. எனவே அமைப்பின் கட்டின்மை எண் ஒன்று ஆகும். அதாவது அழுத்தம், வெப்பநிலை, இயைபு ஆகிய மூன்று மாறிகளில் ஏதேனும் ஒன்று உறுதிப்படுத்தப்பட வேண்டும். காய்ச்சி வடித்தல் பொதுவாக ஒரு வளிமண்டல அழுத்தத்தில் செய்யப்படும். இதுவே மேற்குறிப்பிட்ட கட்டின்மை எண் ஆகும். இரண்டு நீர்மங்களில் ஒன்று மறைந்தவுடன் ஒரே ஒரு நீர்மமும் ஆவியுமே எஞ்சுகின்றன. எனவே அமைப்பில் உள்ள நிலைமைகளின் எண்ணிக்கை இரண்டு ஆகும். நிலைமை விதியின்படி F=2-2+2=2. அதாவது அமைப்பிற்கு இரண்டு கட்டின்மை எண்கள் உள்ளன. அழுத்தம் முன்னரே 1 வளிமண்டல அழுத்தம் எனக் கூறப்பட்டுள்ளது. எனவே எஞ்சிய மாறி சமநிலை வெப்பநிலையாகும். அதாவது கலவையின் கொதி வெப்பநிலை மாற்றமடைந்து அந்த மாற்றத்திற்கு ஏற்றவாறு நீர்மம், ஆவியின் இயைபில் மாற்றம் எற்படும். இவ்வாறு நிலைமை விதி சில செயல்முறை உண்மைகளை விளக்குகிறது.

வெப்ப ஆய்வு. வெப்ப ஆய்வுகள் வெப்ப எடையறிவு ஆய்வு, வெப்ப வேறுபாடு ஆய்வு போன்றவற்றில் செய்யப்படுகின்றன. இந்த ஆய்வுகளின்போது கிடைக்கும் வரைகோடுகளுக்கு வெப்பநிரல் என்று பெயர்.

நீர்மக் கரைசலைக் குளிர்விக்கும்போது தூய திண்மக்கூறு, திண்மச் சேர்மம் அல்லது திண்மக் கரைசல்கள் பிரிகின்றன. இச்செயல்பாட்டுக்கு வெப்ப ஆய்வு பற்றி அறிதல் வேண்டும்.

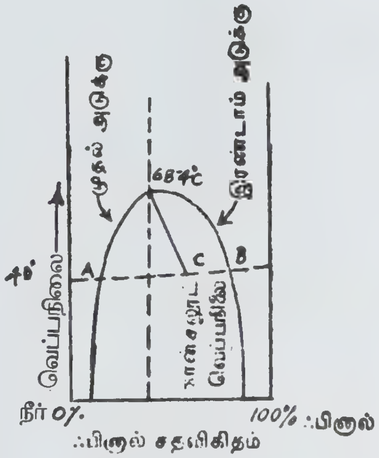
இரண்டு கூறுகளைக் கொண்ட ஒரு நீர்மக் கரைசல் குளிர்விக்கப்பட்டால் படம் 11 கிடைக்கிறது. இரண்டு கூறுகளைக் கொண்ட கரைசலின் குளிர்தல் வேகத்தை ab என்னும் கோடு காட்டுகிறது. b என்னும் உறைநிலைப்புள்ளியில் இரண்டு கூறுகளில் ஒன்று மட்டுமே படிகமாகிறது. இதன் காரணமாக நீர்மக் கரைசலின் இயைபு, சமநிலை வெப்பநிலை ஆகியவை மாறும். எனவே குளிர்வித்தல் கோட்டில் ஒரு தடை b என்னும் புள்ளியில் ஏற்படுகிறது. இதற்கு முதலாம் தடை எனப்படும். நீர்மக் கரைசலிலிருந்து ஒரே ஒரு கூறு மட்டும் படிகமாவதை bO என்னும் கோடு அமைவின் வெப்பநிலை மாறாமல் இருக்க வேண்டுமானால் பிறிதொரு படிகமாக வேண்டும். எனவே இரண்டாம் கூறு புள்ளி Oஇல் படிகமாகத் தொடங்கும். இதனால் ஒரு தடை, புள்ளி Oஇல் ஏற்படும். இதற்கு இறுதித் தடை என்று பெயர்.

$$F=2-3+1=0$$

மூன்று கூறு அமைப்பு. ஒரு மூன்று கூறு அமைப்பில் இருக்கமுடியும் மிகக் குறைந்த நிலைமைகளின் எண்ணிக்கை ஒன்றாகும். கூறுகளின் எண்ணிக்கை மூன்று. எனவே, நிலைமை விதியின்படி,

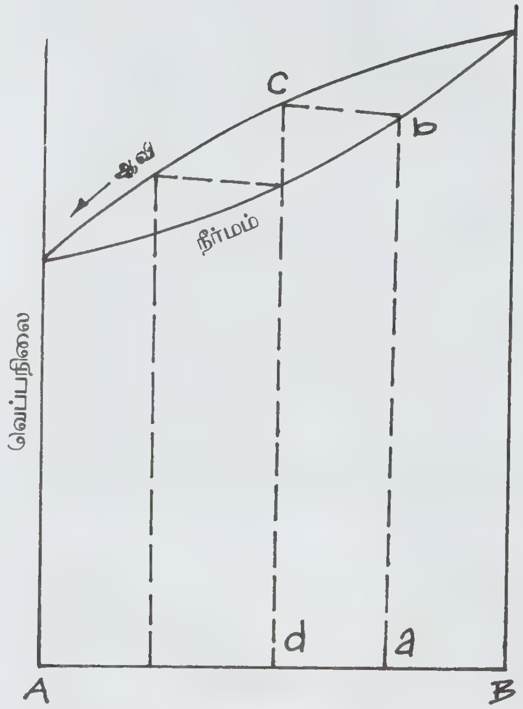
கட்டின்மை எண் $F = 3-1+2 = 4$

எனவே நான்கு கட்டின்மை எண்கள், இந்த அமைப்பை விளக்குவதற்குத் தேவைப்படுகின்றன.

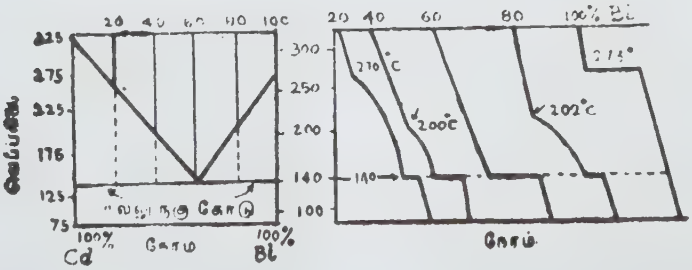


ஃபினாலும நீரும் கரைதல்

படம் 8

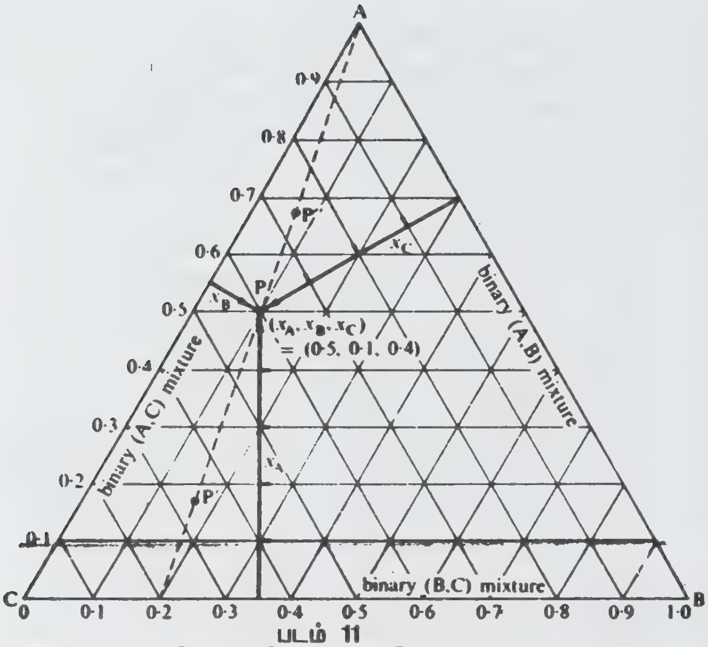


படம் 9



காட்மியம் பிஸமத் அமைப்பு
குளிரவிடும் கோடுகள்

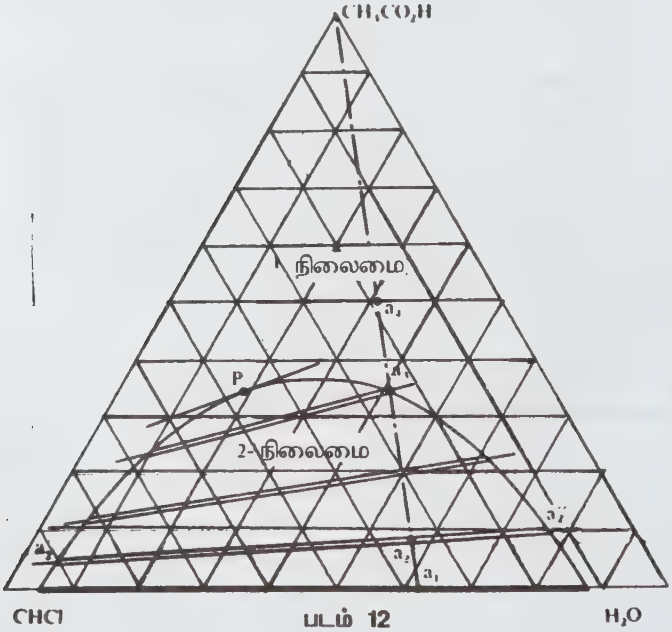
படம் 10



படம் 11

அழுத்தம், வெப்பநிலை ஆகியவற்றை மாறாத அளவைகளாகக் கொண்டால் இரண்டு கட்டின்மை எண்களாலேயே இந்த அமைப்பை முழுதும் வரையறுக்க முடியும்.

மூன்று கூறு அமைப்பை எளிய முறையில் குறிப்பிடுவதற்கு ஒரு சமபக்க முக்கோணத்தைப் பயன்படுத்தலாம். A,B,C ஆகியவை மூன்று கூறுகள் என்றால் அவை பின்வருமாறு குறிக்கப்படுகின்றன.



படம் 12

உச்சிகள் A,B,C ஆகியவை முறையே தூய A, தூய B, தூய C ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடுகின்றன. உச்சி Aக்கு எதிர்ப்பக்கமான BCக்கு இணையாக வரையப்பட்ட இணைக்கோடுகள் Aஇன் இயைபினைக் குறிக்கின்றன. இவ்வாறே உச்சி Cக்கு எதிர்ப்பக்கமான ABக்கு இணையாக வரையப்பட்ட கோடுகள் Cஇன் இயைபினைக் குறிக்கின்றன. ACக்கு இணையான கோடுகள் Bஇன் இயைபினைக் குறிக்கின்றன. மூன்று கூறுகளின் மேல் பின்னங்களின் கூடுதல், சமபக்க முக்கோணத்தின் எந்த ஒரு புள்ளியிலும் ஒன்றாகும். முக்கோணத்தின் உள்ளே எந்த ஒரு புள்ளியும் மூன்று கூறுகளின் இயைபினையும் குறிக்கும். இப்போது ஓர் எளிய அமைப்பைச் சான்றாகக் கொள்ளலாம்.

நீர்/குளோரோபார்ம்/அசெட்டிக் அமிலம் கொண்ட அமைவு. நீர், அசெட்டிக் அமிலம் ஆகிய இரண்டும் நன்கு கலக்கக்கூடியவை. இவ்வாறே குளோரோஃபார்மும், அசெட்டிக் அமிலமும் அனைத்து விகிதங்களிலும் நன்கு கலக்கும். ஆனால் குளோரோஃபார்மும் நீரும் பகுதியாகவே கரைகின்றன. இந்த மூன்று கூறுகளையும் கொண்ட அமைப்பை நிலைமை வரைபடத்தில் படம் 14 இல் காட்டியவாறு குறிப்பிடலாம்.

B உச்சியில் தூய குளோரோஃபார்ம் உள்ளது. இதனுடன் சிறிது சிறிதாக நீர் சேர்க்கும்போது a என்னும் புள்ளி வரை நன்கு கரைகிறது. இதைப் போலவே தூய நீருடன் குளோரோஃபார்மைச் சிறிது சிறிதாகச் சேர்க்கப் புள்ளி b வரையில் நன்கு கரையும். பின்னர் இரண்டு அடுக்குகள் தோன்றுகின்றன. அசெட்டிக் அமிலம் சேர்க்கப்படுவதால் இரண்டு கூறுகளின் (H_2O, $CHCl_3$)கரைதிறன் i_1, i_2, i_3 வழியாக உயர்கிறது.

- பி. சுசிலா

நிலைமை மாற்றங்கள்

திண்மங்கள், நீர்மங்கள், வளிமங்கள் ஆகிய நிலைமைகளுக்கிடையே தோன்றும் மீள்வகை மாற்றங்கள் இப்பிரிவில் அடங்கும்.

ஓர் அமைப்பின் ஒருபடித்தான பகுதி நிலைமை (phase) எனப்படும். இருவேறு நிலைமைகளுக்கு இடையேயான எல்லை துல்லியமாகத் தெரியும். ஒரு வளிமக் கலவையில் எத்தனை வளிமங்கள் இருப்பினும் அக்கலவை ஒரே நிலைமையாகும். ஏனெனில், இருவேறு வளிமங்களுக்கிடையே எல்லைகளை வரையறுக்க முடியாது. திண்மக் கலவையைப் பொறுத்தவரை கலவையின் திண்மக்கூறு ஒவ்வொன்றும் ஒரு தனி நிலைமையாகும். இதற்கு விதிவிலக்கு திண்மக் கரைசல்கள்

ஆகும். எடுத்துக்காட்டாக Cu-Ni போன்ற சில உலோகக் கலவைகளில் இரு திண்மங்கள் ஒன்றோடொன்று அணுவுக்கு அணுவாகப் பதிலீடாகியுள்ளன. ஈரிய நீர்மக் கலவைகளில் ஒரு கூறில் மற்றொன்றின் கரைதிறனைப் பொறுத்து, கலவை ஒருபடித்தானதா, இருபடித்தானதா என வரையறுக்கலாம்.

வெப்பநிலை, அழுத்தம், காந்தப்புலம், மின்புலம் ஆகிய வெளிக்காரணிகளைப் பொறுத்து நிலைமைகளுக்கிடையே மாற்றங்கள் தோன்றுகின்றன. வளிமம், நீர்மம், திண்மம் என்னும் பொது நிலைமைகளைத் தவிரப் பிற நிலைமைகளும் உள்ளன. ஒரு திண்மப் பொருள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட படிக உருவங்களில் கிடைக்கலாம் அல்லது தயாரிக்கப்படலாம். எடுத்துக்காட்டாக, கார்பன் இருவேறு படிக உருவங்களில் தோன்றுகிறது. அவை வைரம், கிராஃபைட் என்பன. கந்தகத்தின் படிக உருக்களாகச் சாய்சதுரமும் ஒரு சரிவு அச்சும் (monoclinic) அமையும். ஒரு தனிமம் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட படிக உருவங்களில் உருவாகும் தோற்றப்பாடு புறவேற்றுமை (allotropy) எனப்படும். சேர்மங்களிலும் இத்தோற்றப்பாடு அமைய வாய்ப்புண்டு. சேர்மங்களில் தோன்றும்போது இந்நிகழ்வைப் பல்படிகத் தோற்றம் (polymorphism) என்பர். சிலிக்கா, டைட்டேனியம் டைஆக்சைடு, ஆன்டிமனி சல்ஃபைடு போன்ற பல சேர்மங்கள் இத்தோற்றப்பாட்டைக் கொண்டுள்ளன.

ஒரே பொருளின் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நிலைமைகளுக்கு இடையேயான ஒரு வழி மாற்றங்களே இதில் விளக்கப்படுகின்றன. முதலில் நீர்ம-வளிம மாற்றங்களைக் காணலாம். அனைத்து நீர்மங்களும் அனைத்து வெப்பநிலைகளிலும் ஆவியாகின்றன. நீர்மப் பரப்பிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் தப்பியோடும் இயல்பினால் (escaping tendency) ஆவியாதல் நிகழ்கிறது. ஒரு தூய பொருளின் மோலார் (கட்டில்லா) ஆற்றல் அதன் வேதி அழுத்தம் (chemical potential) எனப்படும். ஒரு பொருளின் இருவேறு நிலைமைகளின் வேதி அழுத்தங்கள் மாறுபட்ட நிலையில் அப்பொருள் ஒரு நிலைமையிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு மாறுகிறது. இந்நிகழ்வை நீர் உயர் மட்டத்திலிருந்து கீழ் மட்டத்திற்கு விழுவதுடனும் மின்னோட்டம் உயர் அழுத்தத்திலிருந்து குறை அழுத்தத்திற்குப் பாய்வதுடனும் ஒப்பிடலாம். தொடர்புடைய இரு நிலைமைகளின் வேதியழுத்தங்களும் சமமாகும் வரை இந்நிலைமை மாற்றம் நிகழும். அதன் பின்பு சமநிலை எய்தப்பட்டு இருவழி நிலைமை மாற்றங்களும் சம விரைவை அடையும். ஆனால் இரு நிலைமைகளிலும் பொருளின் அளவோ கரைசலாக இருந்தால் செறிவோ சமமாக இருக்கவேண்டியதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, $H_2O - CCl_4$ அடுக்குகளைக் கொண்ட அமைப்பில் அயோடினைக் கரைத்தால், வெப்பநிலையைப் பொறுத்து அயோடின் குறிப்பிட்ட செறிவு விகிதத்தில் இரு நீர்மங்களிலும் கரைகிறது. இரு நீர்மங்களிலும் அயோடின் செறிவுகள் சமமாக இருப்பதில்லை. இருப்பினும் அயோடின் ஒரு நீர்மத்திலிருந்து மற்றொரு நீர்மத்திற்குச் செல்லாமைக்குக் காரணம் இரு கரைசல்களும் சமவேதி அழுத்தத்தைக் கொண்டுள்ளமையேயாகும்.

பல்வேறு நிலைமைகள் சமநிலையில் ஒருங்கிணைந்து இருப்பின், ஒவ்வொரு நிலைமையிலும் கலவையின் ஒரு குறிப்பிட்ட கூறின் வேதியழுத்தமும் ஒரே எண் மதிப்பைக் கொண்டிருக்கும். வெப்பவியக்கவியலின் இரண்டாம் விதிப்படி ஒரு நிகழ்ச்சியின் கட்டில்லா ஆற்றல் மாற்றம் $dG = VdP - sdT$ எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை, அழுத்தத்தில் சமநிலையிலுள்ள ஒரே பொருளின் இருவேறு நிலைமைகளுக்கு $G_a (T,P) = G_b (T,P)$

G= கட்டில்லா ஆற்றல்; μ = வேதியழுத்தம் = G/n; n=மோல் எண்ணிக்கை.

$$dG_a = V_a dP - SadT$$

$$dG_b = V_b dP - S_b dT$$

சமநிலையில் $dG_b = dG_a$

அதாவது, $V_a dP - S_a dT = V_b\, dP - S_b\, dT$

$$(V_a - V_b)\, dP = (S_a - S_b)\, dT$$

$$dP/dT = (S_a - S_b)/(V_a - V_b) = \Delta s/\Delta v$$

இதற்குக் கிளேபரான் சமன்பாடு எனப் பெயர். இந்நிலைமை மாற்றங்கள் யாவும் சமவெப்பநிலை மீள்செயல் முறைகளாதலால்,

$$\Delta s = \Delta H/T$$

இங்கு ΔH என்பது உள்ளுறை வெப்பம்.

நிலைமை மாற்றம் உருகுதலாக இருப்பின் $\Delta H = \Delta H_2$; ஆவியாதலாக இருப்பின் $\Delta H = \Delta H_{ஆ}$ பதங்கமாதலுக்கு $\Delta H = \Delta H_2$ எனவே,

$$dP/dT = \Delta H/T\Delta V$$

ஆவியாதல் நிகழ்ச்சியில் dP என்பது ஆவியழுத்த

மாற்றமாகும். இந்நிலையில் ஆவியழுத்த - வெப்பநிலைச் சார்பினை இச்சமன்பாடு விளக்குகிறது. இங்கு $\Delta V=V_{\text{ஆ}}-V_{\text{நீ}}$, $V_{\text{ஆ}}>>V_{\text{நீர்}}$. எனவே $V_{\text{நீர்}}$ புறக்கணிக்கத்தக்கது.

ஃ $dP/dT = \Delta H/TV_{\text{ஆ}}$ ஆகிய நல்லியல்புத்தன்மை கொண்டிருப்பின்

$$V_{\text{ஆ}} = RT/P$$

$$dP/dT = \Delta HP/RT^2$$

$$dP/P = \Delta H/RT^2\, dT = \Delta H/R \times dT/T^2$$

$$\int dP/P = \Delta H/R \int dT/T^2$$

$$\log P = \Delta H/R \times (-I/T) = -\Delta H/RT$$

$$\log P_2/P_1 = -\Delta H/R\,(I/T_2 - I/T_1)$$

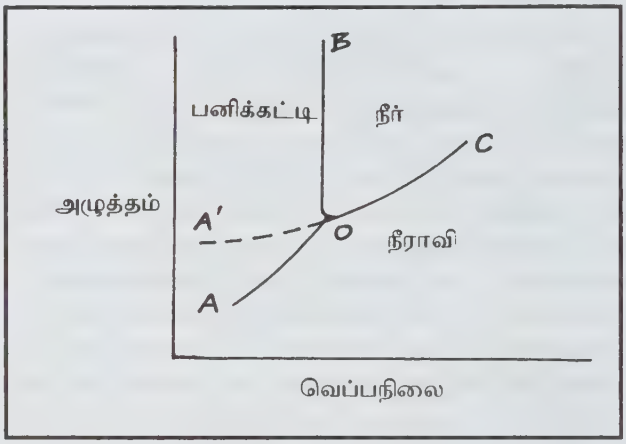
$$\log P_2/P_1 = -\Delta H/2.303 \times R\,(I/T_2 - I/T_1)$$

$$= \frac{-\Delta H}{2.303\,R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$$

ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் ஆவியழுத்தம் தெரிந்திருந்தால், மற்றெந்த வெப்பநிலையிலும் ஆவியழுத்தத்தைக் கணக்கிடக் கிளாசியஸ்-கிளேரான் என்னும் சமன்பாடு உதவும்.

உருகுதல், பதங்கமாதல், புறவேற்றுமை வடிவமாற்றம் ஆகிய பல நிலைமை மாற்றங்களுக்கும் இச்சமன்பாடு பொருந்தும்.

நிலைமை மாற்றங்களைப் பற்றி விரிவாக அறிவதற்கு நிலைமை விதியைப் (phase rule) பயன்படுத்த வேண்டும். ஓர் அமைப்புக்கான P+F=C+2 எனும் இவ்விதியில் P என்பது நிலைமைகளின் எண்ணிக்கை; F என்பது கட்டின்மை எண் (degnees of freedom); C என்பது உட்கூறுகளின் எண்ணிக்கை. இந்த நிலைமை விதி சமநிலைக்கு மட்டுமே பொருந்தும். இவ்விதியை விளக்கும் வகையில் வெப்பநிலை-அழுத்தம், வெப்பநிலை-இயைபு, இயைபு-அழுத்தம் ஆகிய சார்பலன் வரைகோடுகளை ஆய்வு முடிவுகளின் அடிப்படையில் வரைதல் வேண்டும். இவ்வரைபடத்திலுள்ள கோடுகள் ஒவ்வொன்றும் இரு நிலைமைகளுக்கிடைப்பட்ட சமநிலையைக் குறிக்கும். அதாவது, நிலைமை மாற்றத்தைக் குறிக்கும். படம் 1இல் நீரின் மூன்று நிலைமைகளின் நிலைத்தன்மைகளும், அவற்றுக்கிடையேயான மாற்றங்களும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. இப்படத்தில் O ஒரு மும்மைப்புள்ளி (triple point) ஆகும். இங்குத் திண்ம, நீர்ம, வளிம நிலைகள் சமநிலையிலுள்ளன. இது நிகழும் வெப்பநிலையும், அழுத்தமும் மாறிலிகளாகும். இவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றினை மாற்றினால், மூன்று நிலைமைகளுள் ஒன்று மறைந்து, மற்றொன்றின் அளவு கூடுதலாகும். ஒரு வழி நிலைமை மாற்றம் என்பது நிலைமை மாற்றவினை (phase reaction) எனப்படுகிறது.



படம் 1

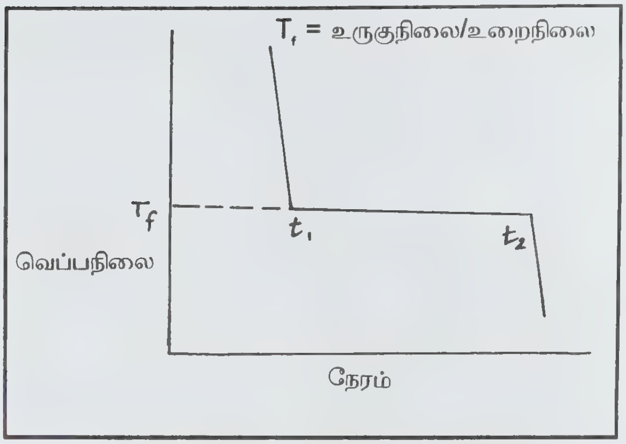
நிலைமை மாற்றங்கள் திடீரென நிகழ்ந்துவிடுவதில்லை. உண்மையில் இச்செயல்முறைக்கான கிளர்வு இயல்பாற்றல் (entropy) எதிர்க் குறியீடு கொண்டதாகும். நிலைமை மாற்றம் மிக நுண்ணிய அளவில் தொடங்குகிறது. முதலில் புது நிலைமையின் உட்கரு (nucleus) சிலநூறு அணுக்களின் குறுக்களவுக்குத் தோன்றுகிறது. பின்பு, இவ்வுட்கருக்கள் அளவில் பெருகி, பொருள் முழுதும் நிலைமை மாற்றம் அடையும்வரை தொடரும். இவ்விரு கட்டங்களும் (படிகக் கரு உருவாதலும், படிக அளவு பெருகுதலும்) பல துணைக் கட்டங்களில் நிகழ்கின்றன. முதல் கட்டத்தில் உரிய வகை அணுக்கள் விரவல் இயக்கத்தினால் ஒன்றுபட வேண்டும். இதனைத் தொடர்ந்து ஓரிரு நிலையற்ற இடைநிலைக் கட்டமைப்புகள் உருவாக வேண்டும். பின்பு புதிய நிலைமையின் உட்கரு உருவாகும். இக்கட்டங்கள் வெப்பத்தால் கிளர்வூட்டப்படுபவை.

பழைய நிலைமையைப் புதிய நிலைமையினால் பதிலீடு செய்வது கட்டில்லா ஆற்றல் அளவில் குறைப்பைத் தோற்றுவிக்கும் தன்னிச்சை செயல் என்றாலும், இரு நிலைமைகளுக்கும் இடையே ஒரு புறப்பரப்பு தோன்றுவது கட்டில்லா ஆற்றலைக் கூடுதலாக்குகிறது. அணுக்களுக்கிடையே ஒருங்கின்மை, உடைந்த பிணைப்புகள், நீட்சி மற்றும் நெகிழ்வு வகைத் திரிபுகள் ஆகியனவும் இக்கூடுதலாற்றலுக்குக் காரணங்களாகும். எனவே, புது நிலைமையின் வளர்ச்சி

புறப்பரப்பு பருமன் விகிதத்தைப் பொறுத்ததாகும். சிறு துகள்கள் மீண்டும் மீண்டும் கரைந்து, பெரிய துகள்கள் வளரத் தொடங்குகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட மாறுதானக் குறுக்களவில் துகளின் கட்டில்லா ஆற்றல் பெரும நிலைமையடைகிறது. பொதுவாக உட்கரு உருவாதல் படிக எல்லைகளிலும், படிகக் குறைபாடுகளிலும், வெளிப்பொருள்களிலும் நிகழ்கிறது. நிலைமையின் உட்கரு உருவாதலும், படிக வளர்ச்சியும் வெப்பநிலையைப் பொறுத்து எவ்வாறு மாறுகின்றன என்பதை வினைவேக இயல் கொள்கைகளின் அடிப்படையில் விளக்கலாம்.

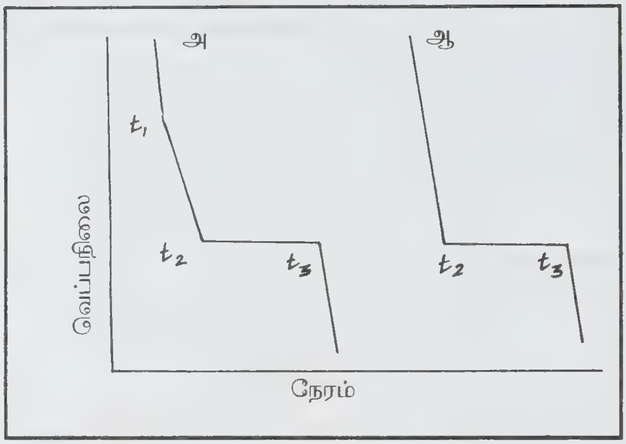
நிலைமை மாற்றங்கள் உலோகவியலில் முதன்மை பெறுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக இரும்பில் கார்பன் திண்மக் கரைசலைத் தருகிறது. இக்கரைதிறன் இரும்பின் புறவேற்றுமை வடிவத்தைப் பொறுத்ததாகும். இரும்பு α, γ, δ என மூன்று புறவேற்றுமைப் படிகநிலைகளில் (வெவ்வேறு வெப்பநிலை வரம்புகளில்) உள்ளது. α – இரும்பில் கார்பனைக் கரைத்தால் ஃபெர்ரைட் என்றும், γ – இரும்பில் கார்பனைக் கரைத்தால் ஆஸ்டினைட் என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. ஆஸ்டினைட்டுக்கும் ஃபெர்ரைட்டுக்கும் அடிப்படைப் பண்புகளில் வேறுபாடுகள் உள்ளமையால், $\alpha \rightleftharpoons \gamma$ – இரும்பு நிலைமை மாற்றம் இரும்பு எஃகு உலோகவியலில் நன்கு ஆராயப்படத்தக்க தோற்றப்பாடாகும்.

நிலைமை மாற்றங்களை ஆய்வு வழியில் அறிவதற்குக் குளிர்வு வரை (cooling curve) எனும் உத்தி பயன்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு தூய்மையான பொருளை நீர்ம நிலையில் குளிர்விக்கையில், வெப்பநிலையை நேரத்தின் சார்பலனாக வரைகோடிட வேண்டும். நீர்மம் உறையத் தொடங்கும்போது (அதாவது, படிகம் தோன்றத் தொடங்கும்போது) கோட்டின் போக்கில் மாறுதல் தோன்றும். இதன் பின்பு நீர்மம் முழுதும் படிகமாகும்வரை வெப்பநிலையில் மாறுதல் இராது. வரைகோட்டில் ஒரு கிடைமட்டப் பகுதி தோன்றும். இறுதியாக, திண்மத்தைக் குளிர்விக்கையில் மீண்டும் வெப்பநிலை மெல்லச் சரியும். கிடைமட்டப் பகுதியே நிலைமை மாற்றத்தின் குறியீடாகும். குளிர்வறையில் t_1 = உருகுநிறைவுப்புள்ளி (liquidus); t_2= உறை நிறைவுப்புள்ளி (solidus). இந்நிலைமை மாற்றத்தின்போது வெப்பநிலை மாறாமைக்குக் காரணம் உறைதலின்போது வெளிவிடப்படும் வெப்பம், குளிர்விக்கும் செயலுக்கு ஈடுகொடுப்பதேயாகும்.



படம் 2 ஒரு தூய பொருளின் குளிர்வரை

மாறாக, ஓர் ஈரியக் கலவையைக் காணலாம். நீர்ம நிலையில் நன்கு கலக்கவல்ல, திண்ம நிலையில் கலக்கவியலா இரண்டு உலோகங்களை அல்லது சேர்மங்களை உள்ளடக்கிய அமைப்பு நீர்ம நிலையிலிருந்து மெல்லக் குளிர்வித்துக் குளிர்வரை வரைந்தால் படம் 3இல் உள்ளதுபோல் அமையும். ஒரு குறிப்பிட்ட இயைபு தவிர்த்த, பிற இயைபுகளில் கலவைகளின் குளிர்வரைகளின் வடிவங்கள் (அ)இல் உள்ளது போலிருக்கும். t_1 என்னும் நிலைவரை சீராக வெப்பநிலை குறைந்து கொண்டு வரும். அத்தருணத்திற்கும் வெப்பநிலைக்கும் பின்பு வெப்பநிலைச் சரிவில் விரைவில் மாற்றம் தோன்றும். இதற்குக் காரணம் ஒரு நிலைமை மாற்றமாகும். ஆனால், இங்குத் தூய பொருளில் கண்டது போலன்றி வெப்பநிலை நிலையாக நிற்பதில்லை. ஏனெனில், இங்கு நீர்மப் பொருளின் இயைபுக்கும் திண்மத்தின் இயைபுக்கும் வேறுபாடு உள்ளது (தூய பொருளைப் பொறுத்தவரை நீர்ம நிலையிலும் திண்ம நிலையிலும் இயைபு சமமாகும்.) இவ்வியைபு வேறுபாட்டின் விளைவாக வெளியாகும் உறைதல் வெப்பம் குளிர்விப்பை ஈடுசெய்யப் போதுமானதாக இருப்பதில்லை. எனவே, வெப்பநிலை குறைதல் தடுக்கப்படாமல் மற்றொரு விரைவுடன் நிகழ்கிறது. t_2 என்னும் நிலைவரை நீர்மக் கலவையிலிருந்து இரண்டில் ஓர் உட்கூறு உறைந்து கொண்டே வந்து t_2ஐ அடைந்தவுடன் எஞ்சிய நீர்மம் இயைபு மாற்றமின்றி உறைகிறது. இந்நிலையில் தோன்றும் கலவையை நல்லுருகு கலவை (eutectic mixture) என்பர். இவ்வமைப்பிலுள்ள கலவைகள் யாவற்றிலும் இக்கலவையே எளிதில் உருகவல்லது. இக்கலவையின் குளிர்வரை ஒரு தூய பொருளின் குளிர்வரையைப் போல் (படம் 3ஆ) இருக்கும்.



படம் 3. நல்லுருகுகலவையைத் தரவல்ல அமைப்பின் குளிர்வரை

ஓர் ஈரிய அமைப்பில் உட்கூற்றுப் பொருள்களும், நீர்மம், திண்மம் ஆகிய இரு நிலைகளிலும் நன்கு கலக்கும் வகையில் இருப்பின், அவற்றின் குளிர்வரையில் வெப்பநிலை மாறாத பகுதியே இராது. அதாவது, நிலைமை மாற்றம் மாறுபட்ட இயைபுகொண்ட இரு நிலைமைகளுக்கு இடையேதான் நிகழும். இயைபில் மட்டுமன்றிப் பொருளின் தன்மையிலும் வேறுபாடு கொண்ட நிலைமைகளுக்கிடையேயும் சமநிலை தோன்றுவதுண்டு. நிலைமை வரைடத்தில் இப்புள்ளியைச் சிதைவு நிகழ் உருகுநிலை (peritectic or incongruent melting point) என்பர்.

$\alpha + L \rightleftharpoons \beta$ (குளிர்விக்கையில்)

αவும் βவும் வெவ்வேறு இயைபு கொண்ட திண்மச் சேர்மங்கள், நீர்மம் நல்லுருகு அமைப்பில்,

$L \rightleftharpoons \alpha + \beta$ என்றிருக்கும்.

நிலைமை மாற்றத்தில் பங்குபெறும் நிலைமைகள் மூன்றுமே திண்மங்களாக அமையக்கூடிய நல்லுருகு போலிகள் (eutectoids) உலோகவியலில் பெரும்பான்மையாகக் காணப்படும்.

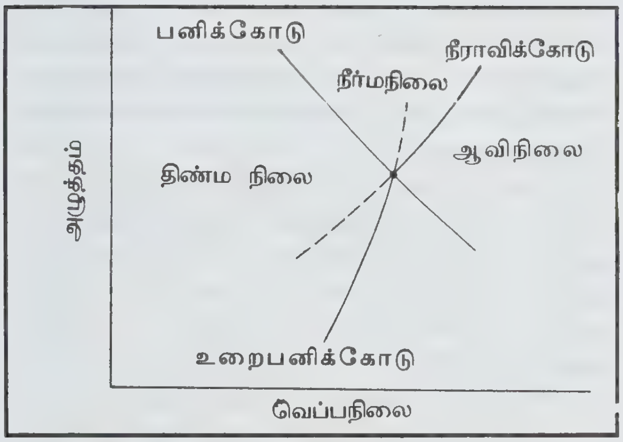
$\gamma \rightleftharpoons \alpha + \beta$ (அனைத்தும் திண்மங்கள்)

நிலைமை மாற்றங்கள் உலோகவியலில் மட்டுமல்லாமல், மின்னியல், காந்தவியல், அணுக்கருவியல், வினைவேகவியல் போன்ற பல துறைகளிலும் பயன்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, அய மின்பொருளான (ferroelectric material) பேரியம் டைட்டனேட் முனைவுகொள் ஒளியில் எவ்வாறு வினைப்படுகிறது என்பதைக் கவனித்தால், நிலைமை மாற்றத்தோற்றப்பாடு மின்னியலில் பெற்றுள்ள முதன்மை விளங்கும். தன்னிச்சையான மின் முனைவுகொள் தன்மை (spontaneous polarisation) ஒரு நிலைமாறு வெப்பநிலையில் (கியூரி வெப்பநிலையில்) மறைந்துவிடுகிறது. இதற்கான காரணம் நிலைமை மாற்றத்திலுள்ளது. பேரியம் டைட்டனேட் 120^{0}Cக்குத் மேற்பட்ட வெப்பநிலைகளில் பெரவெஸ்கைட் என்னும் கனசதுரப்படிக அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. இவ்வெப்பநிலைக்குக் குறைவான வெப்பநிலையில் இப்படி அமைப்பில் சிறு மாற்றம் தோன்றுகிறது. 120^{0}Cக்குக் கீழே வடிவக் குலைவுற்று கனசதுரமாக மாறுகிறது. இந்நிலைமை மாற்றத்தின் விளைவாகப் பேரியம் டைட்டனேட் அயமின்தன்மை பெறுகிறது. ரோச்சல் உப்பு பொட்டாசியம் ஹைட்ரஜன் பாஸ்ஃபேட் ஆகிய சேர்மங்களும் இத்தோற்றப்பாட்டுக்கு உள்ளாகின்றன. திண்ம வினையூக்கிகளிலும் நிலைமை மாற்றத்தினால் செயல்திறன் மாறுபடும் வாய்ப்புள்ளது. தாமிர குரோமைட் எனும் சேர்மத்தின் ஸ்பினல் படிக அமைப்பின் பரிமாண மாற்றத்தினால் தோன்றும் நிலைமை வேறுபாடு அச்சேர்மத்தின் வினையூக்கத் திறனைப் பெரிதும் பாதிக்கிறது. பல்லுறுப்பாக்கவியலிலும் நிலை மாறுதல்கள் முதன்மை பெறுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பத்தால் இளகவல்ல பல்லுறுப்பி (polymer) ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு மேல் நீட்சி நெகிழியாக (elastomer) மாறுகிறது. இவ்வெப்பநிலை கண்ணாடி மாறுநிலை (glass transition temperature) எனப்படுகிறது. இதனை வகைக்கெழு வெப்பப் பகுப்பாய்வு (differential thermal analysis) வெப்ப-எடை சார்புப் பகுப்பாய்வு (thermo-gravimetric analysis) எனும் உத்திகளைக் கொண்டு துல்லியமாக அறியலாம்.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

வெப்ப இயக்கவியல் : நிலை மாற்றச் சமநிலைகளின் வெப்ப இயக்கவியல் மிகவும் பயனுள்ள கொள்கை அடிப்படை ஆகும். இத்தகைய சமநிலைகளில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நிலைகள் ஒரு சமநிலை அமைப்பில் கூடியிருக்கின்றன. அவற்றை ஆராய்வதன் மூலம் சமநிலையில் இராத நிலை மாற்றங்களைப் பற்றியும் புரிந்து கொள்ள முடிகிறது. சமநிலையிலுள்ள இரண்டு நிலைகள் தமக்குள் ஆற்றல், பருமன் போன்ற அளவுகளைத் தடையின்றிப் பரிமாறிக்கொள்ளும். மொத்த மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையில் மாற்றம் ஏற்படாத வகையில் அவை மூலக்கூறுகளையும் பரிமாறிக் கொள்ளும். ஒவ்வொரு

விரிவான அல்லது மாறாத அளவுக்கும் நேரிணையான வெப்ப இயக்கவியல் விசைகள் சமன் செய்யப்பட வேண்டும். ஆற்றலும் பருமனும் பரிமாறிக் கொள்ளப்படும்போது ஒவ்வொரு நிலையிலும் வெப்பநிலையும் அழுத்தமும் சமமாக இருக்க வேண்டும் என்னும் நிபந்தனையை இது அளிக்கிறது. அதாவது $T_1 = T_2$; $P_1 = P_2$



நீரின் மும்மைப் புள்ளியைக் காட்டும் படம்

மேலும் மூலக்கூறு இனங்கள் பரிமாறிக் கொள்ளப்படும்போது இரண்டு நிலைகளின் வேதி அழுத்தங்களும் ஒரே வகையாக இருக்கும். இரண்டுக்கு மேற்பட்ட நிலைகள் இருக்கும்போது மேற்காணும் நிபந்தனைகள் ஒவ்வோர் இரட்டைக்கும் பொருந்தும். ஒவ்வொரு நிலையிலும் இருக்கும் வேதியழுத்தங்களைப் பொதுவான வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தத்தின் சார்பெண்ணாகக் கருதலாம். மேலும் அவற்றைக் கூட்டமைப்பைக் குறிப்பிடும் $x_1, x_2, \ldots x_{r-1}$ என்னும் r-1 மாறிகளின் எண்ணிக்கையையும் சமன்பாடுகளின் எண்ணிக்கையையும் பயன்படுத்தி ஜெ.டபிள்யூ. கிப்ஸ் தம் புகழ் பெற்ற நிலைமை விதியை உருவாக்கினார் இது சமநிலையில் கூடியிருக்கக்கூடிய நிலைகளின் பெரும் எண்ணிக்கையையும் கூடியிருக்கும் நிலைகளின் வேதி இனங்களின் எண்ணிக்கையையும் அறுதியிடுகிறது. கூடியிருக்கும் நிலைகளின் எண்ணிக்கை P, வேதி இனங்களின் எண்ணிக்கை C, மாறிகளின் எண்ணிக்கை r எனில் $r+2-p = c \geq 0$ எனக் கிப்ஸ் விதி கூறுகிறது. எதிரின மதிப்புள்ளதாய் இருக்க முடியாதாகையால் P, r+2ஐவிட மிகுதியாய் இராது. எடுத்துக்காட்டாக நீரைச் சான்றாகக் கருதினால் அது திண்மம், நீர்மம், ஆவி என்னும் மூன்று நிலைகளில் இருக்க முடியும். வேதியினம் என்பது வேதி முறைகளில் பிரித்து இனம் காணக்கூடிய பொருள்களின் சிறும எண்ணிக்கையைக் குறிக்கிறது. இங்குள்ள நிலைகளை முழுமையாக வரையறுக்கத் தேவையான வேதி இனங்களின் எண்ணிக்கை ஒன்றே. ஏனெனில் மூன்று நிலைகளிலும் நீர் மட்டுமே உள்ளது.

கிப்ஸ் விதிப்படி $r = C+P-2$. இங்கு r என்பதை உரிமைப்படிகள் எனவும் கூறலாம். நீரில் ஒரு நிலையும், ஒரு வேதி இனமும் (நீரும்) இருக்கும்போது உரிமைப்படிகளின் எண்ணிக்கை இரண்டாகும். அதாவது அழுத்தம், வெப்பநிலை ஆகிய இரண்டு மாறிகள் முழுமையாக வரையறுக்கப்பட்டதாக ஆகாது. இரண்டு நிலைகள் இருக்குமாயின் உரிமைப்படிகளின் எண்ணிக்கை ஒன்றாகும். அதாவது ஒவ்வோர் அழுத்தத்திற்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை இருக்கும். வெப்பநிலைக்கும், அழுத்தத்திற்கும் இடையில் வரைபடம் வரைந்தால் நீர்ம நிலையையும், ஆவி நிலையையும் ஒரு குறிப்பிட்ட கோடு பிரித்துக்காட்டும். திண்ம நிலையையும், ஆவி நிலையையும் பிரிக்கும் வகையிலும் நீர்ம நிலையையும் திண்ம நிலையையும் பிரிக்கும் வகையிலும்கூட இவ்வாறான கோடுகளை வரைய முடியும். இம்மூன்று கோடுகளும் மும்மைப் புள்ளி என்னும் புள்ளியில் சந்திக்கும்.

கண்ணாடி நிலை மாற்றம். சில குறிப்பிட்ட பொருள்களை நீர்ம நிலை அல்லது ஆவி நிலையிலிருந்து மிக விரைவாகத் திண்ம நிலைக்கு மாற்றினால் அவை படிக உருவற்ற அல்லது கண்ணாடி போன்ற கட்டமைப்பைப் பெற்றுவிடுகின்றன. அவற்றின் அணு அமைப்பு படிகம், வளிமம் ஆகிய இரண்டு நிலைகளிலும் அமையாது, வேறுபட்டதாக இருக்கும். படிகங்களில் அணுக்கள் ஓர் ஒழுங்கான மீண்டும் மீண்டும் வருகிற அணிக்கோவையில் அமர்த்தப்பட்டிருக்கும். படிகங்களில் அணுக்களுக்கிடையிலான தொலைவு ஒரு சில குறிப்பிட்ட மதிப்பு உள்ளதாகவே இருக்க முடியும். ஒரு வளிமத்தில் இதற்கு மாறாக அணுக்கள் எப்போதும் ஒன்றோடொன்றும் கொள்கலத்தின் சுவர்களோடும் மோதிக் கொண்டே இருக்கின்றன. அவற்றில் பெரும் நெடுக்க ஒழுங்கு எதுவுமில்லை. கண்ணாடி நிலையில் அணுக்கள் படிகங்களுக்கும், வளிமங்களுக்கும் இடைப்பட்ட ஒரு கட்டமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்றன. கண்ணாடியில் ஒவ்வோர் அணுவின் தல அளவிலான சூழல் அல்லது குறுக்கு நெடுக்க ஒழுங்கு படிகங்களில் உள்ளவாறே இருந்தாலும் அதில் பெரும் நெடுக்க ஒழுங்கில்லை. சில கண்ணாடிப் பொருள்களில் எந்த ஒரு கணத்தில் அதே கட்டமைப்புள்ள நீர்மங்களில் உள்ளவாறே அணு அமைப்புகள்

காணப்படுகின்றன. சில குறிப்பிட்ட உலோகக் கலவைகளில் உறுதியான கோளங்களை நெருக்கமாகக் கட்டி வைத்திருப்பது போன்ற கட்டமைப்பு காணப்படுகிறது.

கண்ணாடி நிலை ஒரு குறுங்கால நிலைத்தன்மை கொண்டது. இதன் ஆற்றல், படிகநிலை ஆற்றலைவிட மிகுதியாயிருக்கும். அணுக்கள் நிலையான இருப்பிடங்களில் உறையும் வெப்பநிலை, கண்ணாடி நிலைமாற்ற வெப்பநிலை எனப்படும். ஒரு கண்ணாடிப் பொருளை அந்த வெப்பநிலைக்கு மேல் சூடாக்கினால் திண்ம நிலைகளில் அமைப்பு மையங்கள் (nucleation) தோன்றி அது படிகநிலைக்கு மாற்றமடைய முடியும். உலோக நிலைக் கண்ணாடிகளில் கண்ணாடி நிலைமாற்றம் ஏற்பட்டுவிடும். உருகிய சிலிக்கா போன்ற மற்ற வகைக் கண்ணாடிகளில் கண்ணாடி நிலைமாற்ற வெப்பநிலைக்கு மேற்பட்ட வெப்பநிலைகளில் எவ்வளவு நேரம் வைத்திருந்தாலும் படிகநிலை ஏற்படுவதில்லை. இத்தகைய பொருள்களின் வெப்பநிலையை உயர்த்தும்போது அவை நீர்ம நிலைக்கே செல்கின்றன.

- கே.என். ராமசந்திரன்

துணை நூல். J.K. Roberts, A.R. Miller, *Heat and Thermodynamics*, Blackie & Son ltd., London, 1962.

நிலைமை மாற்றி வினையூக்கி இயல்

கருக்கவர் பதிலீட்டு வினைகளில் (nucleophilic substitution) பொதுவாகத் தளப்பொருள் (வினைப்பொருள்) நீரில் கரையாது. மேலும் பிற கரைப்பான்களிலும் கரையாது. கருக்கவர் காரணி எப்போதும் ஓர் எதிர் அயனியாகவே இருக்கும். இது நீரில் கரையும். ஆனால் தளப்பொருளிலோ ஏனைய கரிமக் கரைப்பான்களிலோ கரைவதில்லை. இதன் விளைவாக இரண்டு வினைப்பொருள்களை ஒன்றுடன் ஒன்று வினைபுரியச் செய்யும்போது ஒவ்வொரு நிலைமையிலும் அவற்றின் செறிவு மிகவும் குறைவாக உள்ளமையால் வினை விரைவாக நடைபெற முடியாது. இக்கடின நிலையைப் போக்குவதற்குக் கருக்கவர் காரணி, தளப்பொருள் இரண்டும் கரையக்கூடிய ஒரு பொதுக் கரைப்பானைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம். இதற்கு மாற்றாக விளங்குவன நிலைமை மாற்றி வினையூக்கிகள் (phase transfer catalysts) ஆகும்.

இந்த முறையில், நீர்ம நிலையிலிருந்து கரிம நிலைக்கு ஒரு வினையூக்கி மூலம் கருக்கவர் காரணி எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. சான்றாக 1-குளோரோ ஆக்ட்டேனை நீர்ம சோடியம் சயனைடுடன் சூடுபடுத்திக் கலக்கினால் எவ்வளவு நாளாயினும் 1-சயனோ ஆக்ட்டேன் கிடைப்பதில்லை. ஆனால் ஒரு பொருத்தமான நான்கிணைய அம்மோனியம் உப்பைச் சேர்த்தால் விளைபொருள் இரண்டு மணி நேரத்தில் பெருமளவில் கிடைக்கிறது. நிலைமை மாற்று வினைவேக மாற்றியில் இரண்டு பெரும் பிரிவுகள் உள்ளன.

நான்கிணைய அம்மோனியம் அல்லது பாஸ்ஃபோனியம் உப்புகள். மேற்கூறிய எடுத்துக்காட்டில் வினைவேக மாற்றியில்லாத நிலையில் (வினையூக்கப்படாத நிலையில்) வினை நிகழ்வதில்லை. ஏனெனில் சயனைடு அயனிகள் இரண்டு நிலைமைகளுக்கிடைப்பட்ட பகுதியைக் கடந்து செல்ல முடியா. கடந்தாலும் அது மிகக் குறைந்த செறிவிலேயே இருக்கும். இதற்குக் காரணம் சோடியம் அயனிகள் கரைப்பான் மூலக்கூறுகளான நீரால் சூழப்பட்டுள்ளமையே ஆகும். ஆனால் இந்தக் கரைப்பான் மூலக்கூறுகள் சூழப்படுதல் கரிமக் கரைப்பான்களில் நடைபெறுவதில்லை. சயனைடு அயனிகள், சோடியம் அயனிகளை விட்டுவிட்டுக் கடந்து செல்ல முடியாது. இவ்வாறு நடைபெறுவது ஒவ்வொரு நிலைமையின் மின்நடுநிலைத் தன்மையையும் பாதிக்கும். ஆனால் சோடியம் அயனிகளுக்கு மாறாக நான்கிணைய அம்மோனியம் (Q^+) மற்றும் பாஸ்ஃபோனியம் அயனிகள் பெரிய அல்க்கைல் தொகுதிகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. இவை நீர் மூலக்கூறுகளால் சூழப்படுவதில்லை. ஆனால் கரிமக் கரைப்பான் மூலக்கூறுகளால் சூழப்படுகின்றன. எனவே சிறிதளவு உப்பை மேற்கூறிய அமைப்பில் சேர்த்தால், மூன்று சமநிலைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன.

$$Q^+\,CN^- + RCl \dashrightarrow RCN^- + Q^+CL$$

$$\updownarrow \qquad\qquad\qquad \updownarrow$$

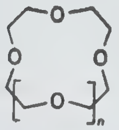
$$Q^+CN^- + NA^+Cl^- \rightleftharpoons Na^+\,CN^- + Q^+\,Cl^-$$

$$Q^+ = R_4N^+ \text{ (அல்லது) } R_4P^+$$

சோடியம் அயனிகள் நீர்ம நிலைமையிலேயே உள்ளன. அவை இரண்டு நிலைமைகளுக்கிடைப்பட்ட பகுதியைக் கடந்து செல்ல முடியாது. ஆனால் நான்கிணைய அம்மோனியம் அயனிகள் இரண்டு நிலைமைகளுக்கும் இடைப்பட்ட பகுதியைக் கடந்து செல்கின்றன. கடந்து செல்லும்போது சயனைடு அயனிகளையும் சுமந்து செல்கின்றன. வினையின் தொடக்க

நிலையில் முதன்மை எதிர்மின் அயனியாகச் சயனைடு (CN$^-$) உள்ளது. இது கரிம நிலைமைக்குச் சுமந்து செல்லப்படுகிறது. (சமநிலை 1). இங்குச் சயனைடு அயனி RCL உடன் வினைபுரிந்து அல்க்கைல் சயனைடும் குளோரைடும் உருவாகின்றன. குளோரைடு அயனி பின்னர் மீண்டும் நீர்ம நிலைமைக்குக் கொண்டு வரப்படுகிறது. (சமநிலை 2). சமநிலை 3 நீர்ம நிலைமையிலேயே நிகழ்கிறது. இதனால் நான்கிணைய அம்மோனியம் சயனைடு (Q$^+$CN$^-$) மீண்டும் உருவாக்கப்படுகிறது. அனைத்துச் சமநிலைகளும் உண்மையான வினை 4ஐ விட வேகமாக அடையப்படுகின்றன. படி 4 வினையின் வேகத்தை அறுதியிடும் படியாகும்.

கிரவுன் ஈதர்கள் மற்றும் கிரிப்டண்டுகள். கிரிப்டண்டுகள், கிரவுன் ஈதர்கள் ஆகியன ஒருசில நேர்மின் அயனிகளைச் சுற்றிச் சூழக்கூடிய தன்மைகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. காட்டாக, பொட்டாசியம் சயனைடு என்னும் உப்பு டைசைக்ளோ ஹெக்சனோ 18, கிரவுன்-6 என்னும் கிரவுன் ஈதரினால் ஒரு புதிய உப்பாக மாற்றப்படுகிறது. இந்தப் புதிய உப்பின் எதிர்மின் அயனி CN$^-$ ஆகும். ஆனால் நேர்மின் பகுதி ஒரு பெரிய தொகுதியாக உள்ளது. இதில் நேர்மின்சுமை பெரிய இடத்தில் விரவப்படுவதால் குறைந்த அளவு செறிவே கொண்டுள்ளது. பெரிய நேர்மின் அயனி நீரில் குறைந்த அளவே கரையக்கூடியதாகவும் ஆனால் கரிமக் கரைப்பான்களின் மீது நாட்டம் கொண்டும் அமையும்.



n = 1 12- கிரவுன் -4
n = 2 15- கிரவுன் -5
n = 3 18- கிரவுன் -6
n = 5 24- கிரவுன் -8

மோனோ வளையக் கிரவுன் ஈதர்கள்

மேற்காணும் இரண்டு வகைகளிலுமே எதிர்மின் அயனிகள் கரிம நிலைமையை நோக்கி எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. மேலும் பிறிதொரு காரணியையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். எதிர்மின் அயனிகள் கொண்ட சோடியம், பொட்டாசியம் உப்புகள் கரிமக் கரைப்பான்களில் கரையக்கூடியவையாக இருப்பதால்கூட வினை மிக மெதுவாக நடைபெறும் என்பதற்குச் சான்றுகள் உள்ளன. இரண்டு துருவங்கள் கொண்ட புரோட்டானைப் பெற்றிராத கரைப்பான்கள் இதற்கு விதிவிலக்காகும். ஏனெனில் இந்தக் கரைப்பான்களில் எதிர்மின் அயனிகள் அயனி இரட்டைகளாக Na$^+$ அல்லது K$^+$அயனியுடன் உள்ளன. இதனால் எதிர்மின் அயனிகள் தளப்பொருளின் மீது எளிதாகத் தாக்குதல் நடத்த முடியாது. எதிர்பாராதவிதமாக, இந்த அயனி இரட்டையாதல், அயனிகள் மற்றும் நேர்மின் கிரிப்டேட் அயனிகள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தவரையில் குறைவாக உள்ளது. எனவே எதிர்மின் அயனிகள் எளிதில் தளப்பொருளைத் தாக்க முடியும். இவ்வகை எதிர்மின் அயனிகளுக்குத் திறந்த எதிர்மின் அயனிகள் என்று பெயர்.

இவ்வகை வினைவேக மாற்றிகள் யாவும் கரையக் கூடியவை. அலுமினா, சிலிக்கா கூழ் போன்றவை கரையாத நிலைமை மாற்று வினைவேக மாற்றியலில் பயன்படுகின்றன.

-பா. சூரியநாராயணன்

நிலையழுத்தப் பாய்வு

ஒரு திசைவேக அழுத்தத்தினால் குறிப்பிடப்படக்கூடிய பாய்மப் பாய்வு நிலையழுத்தப்பாய்வு (potential flow) எனப்படுகின்றது. படரும் பாய்வுக்கு மாறான தன்மையில் நிலையழுத்தப் பாய்வில், நிலைமம் முதன்மைபெறுகிறது. பாகியல் விசைகள் மிகக் குறைவாக உள்ளன. ஒரு பாய்மத்தில் பாகியல் விசைகள் மிகக் குறைவாக உள்ளபோது பாய்மம் ஓய்வு நிலையிலிருந்து இயங்கத் தொடங்குமானால் பெரும்பாலான நிகழ்வுகளில் பாய்மப் பாய்வு அனைத்துச் சமயங்களிலும் சுழற்சியற்றதாக இருக்கும். சுழற்சியற்ற பாய்வுக்கு திசைவேகத் திசையன் திசைவேக நிலை அழுத்தத்தைக் குறிக்கிற வகையில் ஒரு நிலை அழுத்தம் ஏற்படுகிறது. இறுக்க முடியாத ஒரு பாய்மத்திற்குத் திசைவேக நிலையழுத்தம் லாப்லாஸ் சமன்பாட்டை நிறைவு செய்கிறது. லாப்லாஸ் சமன்பாடு கணிதக் கண்ணோட்டத்திலிருந்து முழுமையாக ஆய்வு செய்யப்பட்டிருக்கிறது. இறுக்கக் கூடிய பாய்மங்களின் பாய்வுக்கு ஒலியின் திசைவேகத்தைவிடக் குறைவான திசைவேகத்தில் பாயும் பாய்மங்களுக்கு மட்டுமே நிலை அழுத்தப் பாய்வு உள்ளது. ஒலியின் திசைவேகத்திற்குச் சமமான திசைவேகங்களில் ஒரு மெல்லிய பொருளின் மேலாகப் பாய்மம் பாயும்போது ஒரு தோராயமான நிலை அழுத்தப் பாய்வு ஏற்படுகிறது. ஆனால் ஒலியை விஞ்சிய திசைவேகமுள்ள பாய்வுகளில் ஒரு வலிமிக்க அதிர்ச்சி அலைக்குப் பின்னால் நிலையழுத்தப் பாய்வு இருப்பதில்லை.

ஒரு பாகியல் தன்மை மிக்க, இறுக்க முடியாத பாய்மத்திற்கான நேவியர் ஸ்டோக்ஸ் சமன்பாடுகளை நிலையழுத்தப் பாய்வு நிறைவு செய்கிறது. ஆனால்

பாகியல் பாய்வில் ஒரு திண்மச் சுவருக்கான எல்லை நிபந்தனைகளை அது நிறைவு செய்வதில்லை. எனவே காற்று, நீர் போன்ற குறைந்த பாகியல் தன்மை கொண்ட பாய்மங்கள் ஒரு திடமான சுவரிலிருந்து தொலைவில் பாயும்போது ஏற்படுகிற பெரும்பாலான பாய்வு சிக்கல்களுக்கு நிலையமுத்தப் பாய்வு பயன்படும். ஆனால் சுவர்களை ஒட்டிய எல்லைப் படலப் பாய்வுக்கு இது பொருந்தாது.

- கே. என். ராமசந்திரன்

நிலையியல்

ஓய்வு நிலையில் அல்லது சீரான இயக்கத்தில் அமைந்திருக்குமாறு சமன் செய்யப்பட்ட விசைகளாலும், சுழல் விசையிரட்டைகளாலும் தாக்கப்படுகிற பொருள்களைப் பற்றி விவரிக்கிற எந்திரவியல் பகுதி, நிலையியல் எனப்படும். இத்தகைய பொருள்கள் புள்ளித்துகள்களாகவோ, உறுதியான பொருள்களாகவோ பாய்மங்களாகவோ, பொதுவாக உருக்குலைவு அடையக்கூடிய பொருள்களாகவோ இருக்கலாம். பாய்மங்கள், உருக்குலைவு அடைகிற பொருள்களுக்கு எந்திரவியலில் தனியான பிரிவுகள் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக நிலையாக உள்ள பாய்மங்களைப் பற்றி விவரிக்கப் பாய்ம நிலையியல் என்றும் உருக்குலைவு அடையக்கூடிய பொருள்களைப் பற்றி விவரிக்க மீள்திறனியல் (elasticity) மீளாத்தன்மை (plasticity) போன்றும் பிரிவுகள் உள்ளன. எனவே இரு பரிமாணத்திலும் முப்பரிமாணத்திலும் உள்ள உறுதியான பொருள்களின் நிலையியலைப் பற்றி மட்டுமே இங்குக் காணலாம்.

நிறை, நீளம், நேரம், விசை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் இயக்கங்களைப் பற்றி விவரிப்பது எந்திரவியல் ஆகும். நிலையியலில் விவரிக்கப்படும் பொருள்கள் விசைகளின் தாக்குதலுக்கு உட்பட்டுச் சமநிலையில் இருப்பவை. புள்ளிகளின் இடம் சார்ந்த நிலைகள், திசைவேகங்கள், விசைகள், சுழற்சி விசையிரட்டைகள் போன்றவை திசையன் அளவுகள். அவற்றுக்கு எண் மதிப்பும் திசையறுதியும் கொண்ட அலகுகள் உண்டு. உத்தரங்கள், பாலங்கள், எந்திர உறுப்புகள் போன்றவை உண்மையில் உறுதியானவையல்ல. ஆனால் ஒரு பொருளின் ஒரு பகுதியில் ஏற்படக்கூடிய பெரும நீள மாற்றம் அதன் மொத்த நீளத்தைவிட மிக மிகக் குறைவாக இருக்குமானால் அவற்றை உறுதியானவையாகவே கொள்ளலாம். கட்டடவியல், பொறியியல், இயற்பியல் போன்ற துறைகளில் பயன்படுத்தப்படும் பல பொருள்கள் நிறைவு தரும் வகையில் உறுதியான பொருள்களாகவே கருதப்படுகின்றன. கட்டடங்கள், எந்திரங்கள், பாலங்கள், அணைகள் போன்றவற்றின் வடிவமைப்பு உத்திகள், நிலையியலின் அடிப்படையிலேயே அமைந்துள்ளன.

இரு பரிமாண, முப்பரிமாணத் திண்பொருள்களுக்கான சமநிலை விதிகள் பெருமளவு ஒரே வகையானவை. பொருளின் மேல் செயல்படும் விசைகளின் திசையன் கூட்டுத் தொகை சுழிக்குச் சமமாக இருக்க வேண்டும் என்பதும், எந்த ஒரு புள்ளியையும் பற்றிய அனைத்துச் சுழல் விசையிரட்டைகளின் தொகுபயன் சுழியாக இருக்க வேண்டும் என்பதும் அவ்விதிகளாகும்.

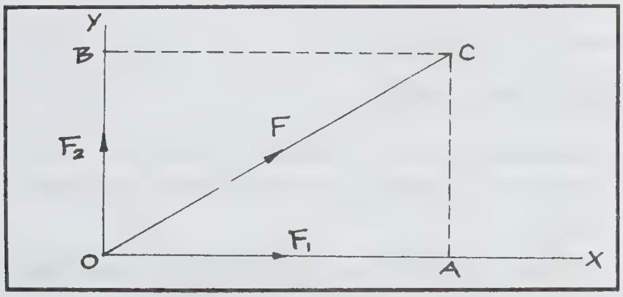
ஒரு பொருளின் மேல் செலுத்தப்படும் விசை அதைத் தள்ளவோ இழுக்கவோ அதன் திசைவேகத்தை மாற்றவோ செய்கிறது. விசைகள் நியூட்டன் என்னும் அலகினால் அளக்கப்படும். ஒரு நியூட்டன் 1 கிலோகிராம் மீட்டர் நொடி^{2}. விசைகளுக்குத் திசையைக் குறிப்பிட முடியும் என்பதால் அவை திசையன் அளவுகளாகும். ஒரு திசையன் அளவைக் குறிப்பதற்கு எழுத்தின் மேல் ஓர் அம்புக் குறியிடப்படுகிறது. ஒரு படலத்தில் விகித நீளமுள்ள கோட்டை வரைந்து ஒரு திசையனைக் காட்டலாம். ஓர் ஆய அமைப்பை விதித்து அதன் அடிப்படையில் ஆக்கக் கூறுகளைக் குறிப்பிடுவதன் மூலம் ஒரு திசையினை முழுமையாக விவரிக்கலாம். இரண்டு திசையன்களின் கூட்டுத்தொகை அவற்றின் ஆக்கக்கூறுகளின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமம்.

பொதுவாக எந்திரவியல் சிக்கல்களையும் நிலையியல் சிக்கல்களையும் ஆராய்வதற்கு விசைத் திசையன்களின் மேற்பொருத்தல், இடம் மாற்றல் ஆகிய இரண்டு தத்துவங்கள் மீண்டும் மீண்டும் பயனாகின்றன. இவை அனைத்துத் திசையன்களுக்கும் பொருந்தும் என்றாலும் குறிப்பாக விசைகளுக்கும், சுழல் விசையிரட்டைகளுக்கும் மிகுதியும் பயன்படுகின்றன.

பரிமாணத் திசையன்களின் மேற்பொருத்துதல் கொள்கைப்படி இரண்டு திசையன்களின் கூட்டுத்தொகை பிறிதொரு திசையனாக இருக்கும். இவற்றின் ஆக்கக்கூறுகளில் சிலவோ, அனைத்துமோ சுழியாக இருக்கலாம். சுழிக்குச் சமமாகிற கூட்டுத் தொகைகளுக்கு மட்டுமல்லாமல் அனைத்துத் திசையன் கூட்டுத் தொகைகளுக்கும் மேற்பொருத்தல் கொள்கை பொருந்தும்.

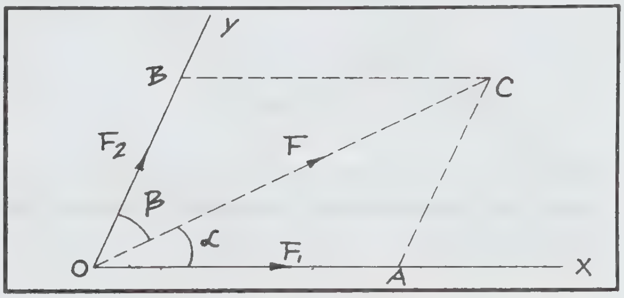
இடமாற்றல் கொள்கைப்படி ஓர் உறுதியான பொருளின் மேல் செயல்படும் விசையைத் தக்கபடி வேறு இடத்தில் மாற்றிச் செலுத்தினாலும் அதே எந்திரவியல் விளைவை உண்டாக்க முடியும். அதாவது செயல்படு கோட்டின் எந்த இடத்தில் அமைத்தாலும் ஒரே வகை விளைவு உண்டாகும். சமமான எண் மதிப்புள்ள இரண்டு விசைகள் ஒரே நேர்கோட்டில் ஒரே திசையில் செயல்படும்போது அவற்றால் ஏற்படும் விளைவுகளும் சமமாயிருக்கும். மேற்பொருத்தல் கொள்கைகளைப் பயன்படுத்தி இரண்டு திசையன்களைக் கூட்டும்போது, இடம் மாற்றல் கொள்கையைப் பயன்படுத்திச் சில திசையன்களை அவற்றின் செயல்படு கோட்டிலேயே வேறு புள்ளிகளுக்கு மாற்றி அவற்றின் ஆக்கக் கூறுகளுடன் கூட்டிவிடலாம்.

விசையின் ஆக்கக் கூறுகள். ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட விசைகளின் தொகுபயனான ஒற்றை விசை ஒன்றை எவ்வாறு காண முடியுமோ அவ்வாறே ஒற்றை விசை ஒன்றின் ஆக்கக் கூறுகளையும் காணலாம். இவ்வாறு காண்பதற்கு விசைகளின் பிரிவீடு என்று பெயர். ஒரு குறிப்பிட்ட திசையனை மூலை விட்டமாகக் கொண்ட எண்ணற்ற இணைகரங்களை வரைய முடியும். எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட விசையின் ஆக்கக் கூறுகளை எந்த இரண்டு திசைகளில் வேண்டுமானாலும் பெறலாம். எனினும் பொதுவாக ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக உள்ள இரு திசைகளில் விசைகளைப் பிரிப்பது வழக்கம். அவ்வாறாயினும் ஒற்றை விசைக்கும் ஆக்கக் கூறுகளுள் ஒவ்வொன்றுக்கும் இடைப்பட்ட கோணத்தைக் குறிக்க வேண்டும்.



படம் 1. இரு பரிமாண வெளியில் விசையின் செவ்வக ஆக்கக்கூறுகள்

படம் 1 இல் $\overrightarrow{OC}$ என்னும் திசையனால் குறிக்கப்படும் F என்னும் விசையை OCக்கு θகோணத்தில் சாய்ந்துள்ள OX திசையிலும் அதற்குச் செங்குத்தான OY திசையிலும் பிரிக்கலாம். C-இலிருந்து OX-க்கும் OY-க்கும் முறையே OA, OB என்னும் செங்குத்துக் கோடுகளை வரையலாம். OABC என்பது ஓர் இணைகரமாகும். $\overrightarrow{OA}$ $\overrightarrow{OB}$ என்பன முறையே OX, OY திசைகளில் F_1, F_2 என்னும் விசைகளைக் குறிக்குமானால், விசைகளின் இணைகர விதிப்படி F என்பது F_1, F_2 ஆகியவற்றின் தொகுபயன் ஆகும். எனவே OA, OB ஆகியவை Fஇன் ஆக்கக் கூறுகள் ஆகும். அவற்றின் எண் மதிப்புகள் F_1, F_2 எனலாம்.

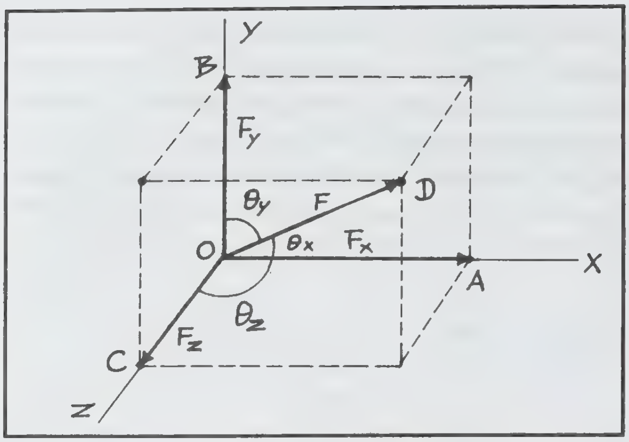


படம் 2. இருபரிமாண வெளியில் விசையின் ஆக்கக் கூறுகள்

$F_1 = F\ Cos\theta$ எனவும் $F_2 = F\ Sin\theta$ எனவும் காட்டலாம். அடுத்து விசை ஒன்றின் ஏதாவது இரண்டு திசைகளில் ஆக்கக் கூறுகளைக் காணலாம். படம் 2 இல் OC என்னும் கோடு F என்னும் திசையனின் எண் மதிப்பையும், OX, OY ஆகியவை F என்னும் திசையனுடன் முறையே ∝,β என்னும் கோணங்களில் சாய்ந்துள்ள திசைகளையும் குறிக்கின்றன. OX, OY ஆகிய திசைகளில் Fஇன் ஆக்கக் கூறுகளைக் காண C இலிருந்து CA, CB என்னும் கோடுகளை முறையே OY,OX ஆகியவற்றுக்கு இணையாக வரையலாம். இனி $\overrightarrow{OA}$ $\overrightarrow{OB}$ ஆகியவை OX, OY திசைகளில் Fஇன் ஆக்கக் கூறுகள் ஆகும். அவற்றின் எண் மதிப்புகள் F_1, F_2எனலாம். $F1 = OA = F \sin\beta / \sin(\propto + \beta)$ எனவும் $F_2 = OB = F\ Sin\propto / Sin(\propto + \beta)$ எனவும் காட்டலாம். படம் 2இல் செங்குத்து விசை ஆக்கக் கூறுகளைக் (orthogonal force components)கண்டறியலாம். F விசையின் OX திசையிலான செங்குத்து ஆக்கக் கூறு $\overrightarrow{OA} = \overrightarrow{OC}\ |Cos\propto| = F\ |Cos\propto|$ எனவே, $F_1 = F\ Cos\propto$, $0 \leq \propto < 90$ எனில் F_1நேரினமாகவும், $90 < \propto \leq 180$ எனில் F_1 எதிரினமாகவும் இருக்கும்.

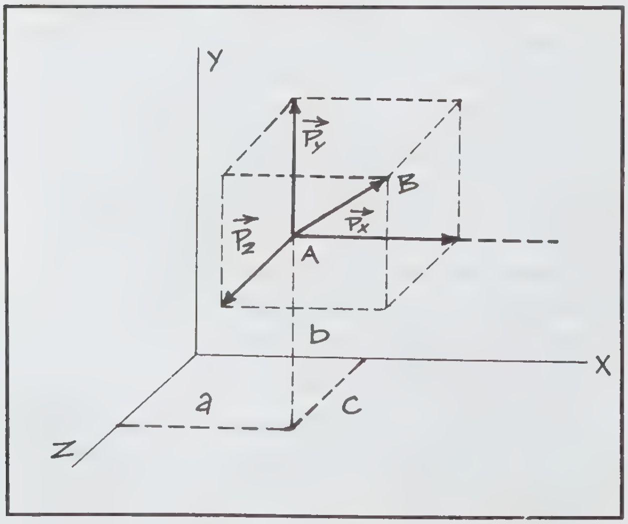
படம் 3இல் $\overrightarrow{OA} = F_x$, $\overrightarrow{OB} = F_y$, $\overrightarrow{OC} = F_z$ ஆகியவை $\overrightarrow{OD} = F$ இன் செவ்வகத்திசையன் ஆக்கக் கூறுகள். அவை முறையே OX, OY, OZ திசைகளில் அமைந்திருக்கின்றன. இங்கு $F_x = F\ Cos\theta_x$, $F_y = F\ Cos\theta_y$, $F_z = F Cos\theta_z$ ஆகும்.

$$F = \sqrt{F^2x + F^2y + F^2z}$$



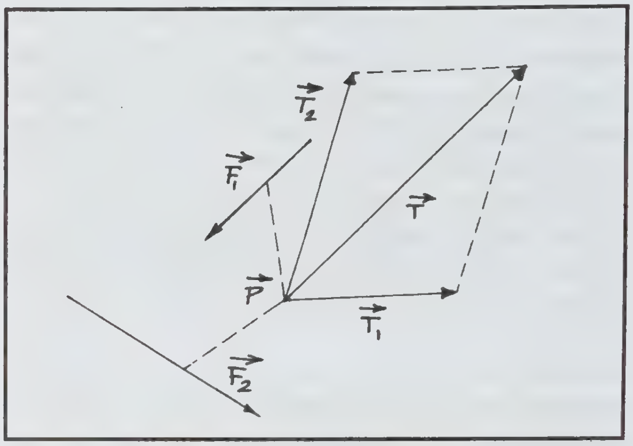
படம் 3. முப்பரிமாண வெளியில் விசையின் ஆக்கக் கூறுகள்

விசையின் திருப்புத்திறன். ஒரு விசையின் ஓர் அச்சைப் பற்றித் திருப்புத்திறனைக் கண்டுபிடிக்கப் பின்வரும் விதிகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். (1) விசையின் திசைக்கு இணையான ஓர் அச்சைப் பற்றிய விசையின் திருப்புத்திறன் சுழியாகும். (2) விசை அமைந்துள்ள தளத்திற்குச் செங்குத்தான ஓர் அச்சைப் பற்றிய விசையின் திருப்புத்திறன், விசையின் எண் மதிப்பு விசையின் செயல்படு கோட்டுக்கும், அச்சுக்கும் இடையிலுள்ள சிறுமத் தொலைவு ஆகியவற்றின் பெருக்கு தொகையாகும். விசை இடஞ்சுழியாக இருந்தால் திருப்புத் திறன் நேரினமாகவும், விசை வலஞ்சுழியாகவும் இருந்தால் திருப்புத்திறன் எதிரினமாகவும் கொள்ளப்படும்.



படம் 4. செவ்வக ஆயங்களில் அச்சைப் பற்றிய திருப்புத்திறன்

படம் 4இல் $\vec{P}$ என்னும் விசையின் திருப்புத் திறன்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன. X அச்சைப் பற்றிய $\vec{P}$ இன் திருப்புத்திறன் $M_x = bP_z - cP_y$. y அச்சைப் பற்றிய $\vec{P}$ இன் திருப்புத்திறன் $M_y = CP_x - aP_z$. அச்சைப் பற்றிய $\vec{P}$ இன் $M_z = aP_y - bP_x$.



படம் 5. இரண்டு சுழல் விசையிரட்டைகளின் தொகுபயன்

படம் 5இல் $\vec{T_1}$, $\vec{T_2}$, ஆகிய இரண்டு சுழல்விசையிரட்டைகளின் P என்னும் புள்ளியைப் பற்றிய திருப்புத்திறன்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன. இந்த விசையிரட்டைகளின் ஆக்கக்கூறுகளான F_1 F_2 ஆகியவை படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு அமைந்திருக்கின்றன.

- கே. என். ராமசந்திரன்

துணைநூல். H.E. White, ***Modern College Physics,*** Van Nastrand Company, United States of America, 1983.

நிலையியல், காந்த

காந்தங்களைப் பற்றியும் அவை உருவாக்கும் காந்தப் புலன்களைப் பற்றியும் விளக்குவது காந்த நிலையியல் ஆகும்.

காந்தம். காந்தக்கல் ஓர் இரும்புத்தாது. முற்காலத்தில் துருக்கியிலுள்ள மெக்னீசியாவில் இது மிகுதியாகக் கிடைத்தது. மெக்னீசியா என்பது காலப்போக்கில் மருவிக் காந்தத்தைக் குறிக்கும் மேக்னட் எனும் சொல்லாயிற்று. காந்தக்கல் இரும்பைக் கவரும் தன்மை கொண்டது. இதுபோன்று கவரும் பண்பு கொண்ட அனைத்துப் பொருள்களையும் காந்தம் எனலாம்.

ஒவ்வொரு காந்தத்திற்கும் இரு முனைகள் உண்டு. ஒரு காந்தக்கல்லை முறுக்கற்ற ஒரு நூலிற்கட்டித் தங்குதடையின்றித் தொங்கவிட்டால் அதன் ஒரு முனை வடதிசை நோக்கியும், மறுமுனை தென்திசை நோக்கியும் நிற்கக் காணலாம். வடதிசை காட்டும் முனையை வடமுனை (north pole) என்றும், தென்திசை காட்டும் முனையைத் தென்முனை (south pole) என்றும் கூறுவர். காந்தத்தின் முழுவலிமையும் இம்முனைகளில் செறிந்து கிடப்பதாகக் கருதப்படுகிறது. காந்தத்திற்கு இரு முனைகள் உள்ளமையால் இதனை இரு முனை (dipole) எனவும் சில சமயங்களில் குறிப்பதுண்டு. இரு காந்தங்களின் ஒரே மாதிரியான முனைகளைப் பக்கத்தில் கொண்டு வரும்போது அவை விலக்கம் (repulsion) அடையும் எனவும் மாறுபட்ட முனைகளைப் பக்கத்தில் கொண்டு வரும்போது அவை ஈர்ப்புக் (attraction) கொள்ளும் எனவும் காணப்பட்டுள்ளது.

அடுத்தடுத்து வைக்கப்பட்ட இரண்டு காந்த முனைகளுக்கிடையேயுள்ள ஈர்ப்பு அல்லது விலகல் விசை, இவற்றிற்கிடைப்பட்ட தொலைவு, இவற்றின் முனைவலிமை, சுற்றியிருக்கும் ஊடகத்தின் பண்பு இவற்றைப் பொறுத்தது. 18ஆம் நூற்றாண்டில் இதைக் கூர்மையாக ஆராய்ந்த சி.எ. கூலூம் எனும் அறிஞர் எதிர் விகித இருமடி விதியை (inverse square law) வெளியிட்டார். இன்றும் இவ்விதி எவ்வித மறுப்பிற்கும் இடமின்றி இத்துறை அறிஞர்களால் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இரண்டு காந்த முனைகளுக்கிடைப்பட்ட ஈர்ப்பு அல்லது விலக்கு விசை அவற்றின் முனைவலிமைகளின் பெருக்கு தொகையோடு நேர்விகிதத்திலும், முனையிடைத் தொலைவின் இருமடியோடு எதிர்விகிதத்திலும் இருக்கும் என்பதே அவ்விதி. விசையை F எனவும், முனைவலிமைகளை P_1, P_2 எனவும், முனையிடைத் தொலைவை r எனவும் கொண்டால் மேற்சொன்ன விதியை

$$F \propto P_1P_2 ; F \propto \frac{1}{r^2}$$

என எழுதலாம். சீரமைக்கப்பட்ட மீட்டர் கிலோகிராம்-நொடி அலகுமுறையைப் (rationalised mks units)பயன்படுத்திச் சோமர்பீல்டு, கென்னலி எனும் இரண்டு அறிஞர்கள் தெளிவான விளக்கம் தந்துள்ளனர். சோமர்பீல்டின் கூற்றுப்படி இரு முனைகளுக்கிடைப்பட்ட ஈர்ப்பு அல்லது விலக்கல் விசையை

$$F = \frac{\mu_0 P_1, P_2}{4\pi^2}$$

என எழுதலாம். இதில் $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ வெபர்/ஆம்பியர் மீட்டர் ஆகும். μ_0 வெற்றிடக் காந்த உட்புகுதிறன் (permeability of empty space) ஆகும். P_1, P_2 என்னும் முனை வலிமைகள் ஆம்பியர் மீட்டர் என்னும் அலகிலும், F என்னும் விசை நியூட்டன் என்னும் அலகிலும், என்னும் r இடைத்தொலைவு மீட்டர் என்னும் அலகிலும் குறிக்கப்படுகின்றன. கென்னலியின் கூற்றுப்படி விசையை

$$F = \frac{P_1, P_2}{4\pi \mu_0 r^2}$$

என எழுதலாம். μ_0 F,r ஆகியவை முன்பு கூறியுள்ள மதிப்பும் அலகும் கொண்டவை. முனைவலிமை மட்டும் வெபர் என்னும் புதிய அலகில் குறிக்கப்படுகிறது. கென்னலி முறையின் பயன்பாடு நாளடைவில் குறைந்து கொண்டே வருகிறது.

காந்த முனைகளைச் சுற்றியுள்ள பகுதிகளில் காந்தத்தின் பண்பு பரவியிருத்தலை உணரலாம். இப்பகுதிகளைக் காந்தப்புலம் (magnetic field) எனலாம். இக்காந்தப் புலத்தை எண்ணிறந்த காந்த விசைக்கோடுகளின் (magnetic lines of force) தொகுப்பு எனவும் கூறலாம். காந்த விசைக்கோடுகளின் செறிவை அறிவதன் மூலம் காந்தப்புலத்திலும் தேர்ந்தெடுக்கும் பகுதியிலுள்ள காந்தப்புலச் செறிவை உணரலாம். மேலும் காந்த விசைக்கோடுகள் காந்தப்புலத்தின் திசையைக் கணிக்கவும் உதவுகின்றன. ஒரு புள்ளிவடிவக் காந்தத்துருவம் வெற்றிடத்தில் உள்ளதாகக் கொண்டால் அத்துருவத்திலிருந்து r மீட்டர் தொலைவிலமைந்த ஒரு புள்ளியிலுள்ள காந்தப்புலச் செறிவை,

$$H = \frac{P}{4\pi r^2}$$

என்னும் சமன்பாட்டின் மூலம் கணக்கிடலாம். இங்கு P என்னும் முனைவலிமை ஆம்பியர் மீட்டர் என்னும் அலகிலும் H என்னும் காந்தப்புலம் ஆம்பியர் மீட்டர் எனும் அலகிலும் அளக்கப்படுகின்றன. காந்தத்துருவம் ஒரு புள்ளி வடிவில் இராமல் பல புள்ளிகளின் தொகுப்பினைக் கொண்டிருந்தால் மீதுறுத்தல் தத்துவத்தினைப் (principle of superposition) பயன்படுத்தி அனைத்துப் புள்ளிக் காந்தங்களாலும் கொடுக்கப்பட்ட புள்ளியில் அமையும் காந்தப்புலத்தின் தொகு பயனை,

$$H = \frac{1}{4\pi} \sum_{\iota-1}^{n} \frac{P\iota}{r_1^2}$$

என்னும் சமன்பாட்டால் காணலாம். இதைக் கணக்கிடுகையில் தென்முனைக்குக் கழித்தல் அடையாளமும் வடமுனைக்குக் கூட்டல் அடையாளமும் கொடுக்க வேண்டும். கொடுக்கப்பட்ட புள்ளியில் கற்பனை செய்யப்பட்ட தனி ஓரலகு வடமுனை ஒன்று வைக்கப்பட்டதாகக் கொண்டால் அம்முனை எத்திசை நோக்கி உந்தப்படுமோ அத்திசையே அப்புள்ளியிலமைந்த காந்தப்புலத்தின் திசையாகும்.

காந்த வகை. காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்படும் பொருள்களின் காந்தப் பண்புகள் மாற்றத்திற்கு உட்படுகின்றன. உருவாகும் மாற்றத்தினளவு அப்பொருளின் தன்மையைப் பொறுத்தது. காந்தமேற்புப் பண்பு அடிப்படையில் பொருள்களை, காந்த எதிர்ப்புப் பொருள்கள் (diamagnetic materials), காந்த ஈர்ப்புப் பொருள்கள் (paramagnetic materials), அயக்காந்தப் பொருள்கள் (ferromagnetic materials) என மூன்றாகப் பிரிக்கலாம். காந்த எதிர்ப்புப் பொருளினாலான ஒரு சிறு ஊசியை ஓர் காந்தப் புலத்திற் கட்டித் தொங்கவிட்டால் அது காந்தவிசைக் கோடுகளுக்குக் குறுக்காக அமைந்து பின் நிலைத்து நிற்கும். மேலும் இது காந்தப்புலத்தின் வலிமை மிகுந்த பகுதியிலிருந்து வலிமை குறைந்த பகுதி நோக்கி அசைந்து செல்ல முற்படும். இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகத் துத்தநாகம், தங்கம், சிலிக்கான், பாஸ்ஃபரஸ், பிஸ்மத், காலியம், ஆண்டிமனி, கிராபைட் ஆகியவற்றைக் கூறலாம். காந்த ஈர்ப்புப் பொருளினாலான ஓர் ஊசி இவ்விதம் தொங்கவிடப்பட்டால் காந்தப்புலத்தின் திசையிலேயே ஒன்றி நிற்பது மட்டுமன்றிக் காந்தப் புலத்தின் வலிமை மிகுபகுதியை நோக்கியே அசைய முற்படும். பிளாட்டினம், பல்லேடியம், லித்தியம், சோடியம், பொட்டாசியம், ரூபீடியம், சீசியம், இரும்பின் சில உப்புகள் ஆகியவை காந்த ஈர்ப்புப் பொருளுக்குச் சில சான்றுகள். அயக்காந்த ஊசி இவ்வாறு தொங்கவிடப்படும்போது மிகத் தீவிரமாகச் செயல்பட்டுக் காந்தப்புலத்தோடு இயைந்து முடிவில் காந்தமாகி விடுகிறது. இரும்பு, நிக்கல், கோபால்ட் ஆகியவற்றிற்கு இப்பண்பு உண்டு.

காந்த உருவாக்கம். காந்தப் புலத்தின் முன்னிலையில் அணுவிலுள்ள எலெக்ட்ரானின் சுற்றுப்பாதை, எலெக்ட்ரான் தற்சுழற்சி வேகம் இவை பாதிக்கப்படுவதால் பொருள்களுக்குக் காந்த எதிர்ப்புத் தன்மை வருகிறது. ஆனால் காந்த ஈர்ப்புப் பொருள்களுக்கு இயல்பிலேயே சிறிது காந்தத்தன்மை உண்டு. காந்தப்புலனில் இவை வைக்கப்படும்போது இவற்றின் அணுவிலுள்ள எலெக்ட்ரான் சுற்றுப் பாதைகளும் காந்தத் திருப்புத் திசையன்களும் (magnetic moment vector) இப்புலனின் திசையிலேயே அச்சுச்சுழற்சி கொள்கின்றன. காந்தப்புலத் திசையோடு காந்த ஈர்ப்புப் பொருள் ஒன்றுவதற்கு இதுவே காரணம். அயக்காந்தப் பொருள்களினுள்ளே காந்தப் பண்பு பேரளவில் தேங்கிக் கிடக்கிறது. இவ்வகைப் பொருளினுள் காணப்படும் காந்தப்பண்பு மூலக்கூற்றுக் காந்தப்புலத்தால் (molecular magnetic field) உருவாகிறது. மூலக்கூற்றுக் காந்தப் புலத்தைத் தருவது அணுவிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் ஈடிடப்படா தற்சுழற்சிக் காந்தத் திருப்புத் திறனே (uncompensated spin magnetic moment) ஆகும். ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் ஓர் இரு முனைகளின் எதிர் முனைகள் ஒன்றையொன்று கவர்ந்து காந்தத் தன்மையைப் பொறுத்த அளவில் சமநிலைக்கு வந்துவிடும். காந்தப் புலத்தை எதிர்கொள்ளும்போது இவ்விரு முனைகள் புலத்தின் திசையிலேயே திருப்பமடைந்து வடமுனை அனைத்தும் ஒருதிசையை நோக்கியும் தென்முனை அனைத்தும் மறுதிசையை நோக்கியும் அமைந்துவிடுகின்றன. இவ்வாறு அயக்காந்தப் பொருள் வடமுனை, தென்முனை என இருமுனைகளைப் பெற்றுக் காந்தமாகிவிடுகிறது.

காந்தப்புலத்தின் செயலால் இருமுனைகள் ஒரு திசையுறுதலை முனைவாக்கம் (polarisation) என்பர். முனைவாக்கமடையும்போது காந்தத் திருப்புத்திறன் (magnetic moment) உண்டாகிறது. ஒரு கனமீட்டர் பொருளில் உண்டாக்கப்படும் காந்தத்திருப்புத் திறனைக் காந்தமாக்கல் செறிவு (intensity of magnetisation) என்பர். காந்தப்புலம் ($\vec{H}$) காந்தமாக்கல் ($\vec{M}$) இவற்றின் தொகுப்பால் காந்தத் தூண்டல் (magnetic induction) ($\vec{B}$) எனும் பண்பு கிடைக்கிறது. இதை

$$\vec{B}=\mu_0[\vec{H}+\vec{M}]$$

என்னும் சமன்பாட்டின் மூலம் காணலாம்.

காந்தத் தத்துவங்கள். ஒரு காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்படும் அனைத்துப் பொருள்களும் ஒரே அளவு காந்தத் தன்மையைப் பெறுவதில்லை. அதாவது காந்தம் ஆக்கல் ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் உரித்தான காந்தப்பண்பு ஆகும். ஓரலகே உள்ள காந்தப்புலம் ஒரு பொருளில் எவ்வளவு காந்தமாக்கத்தை உருவாக்குமோ அதைக் காந்த ஏற்புத் திறன் (susceptibility) (X_m) என்பர்.

$$X_m=\frac{\text{காந்தமாக்கம்}}{\text{காந்தப்புலம்}}=\frac{\vec{M}}{\vec{H}}$$

எனவே,

$$\vec{M} = X_m . \vec{H}$$

இப்போது காந்தத் தூண்டலை,

$$\vec{B} = [\vec{H} + X_m \vec{H}] \mu_0$$

என எழுதலாம்.

அதாவது

$$\vec{B} = \vec{H}(1 + X_m) \mu_0$$

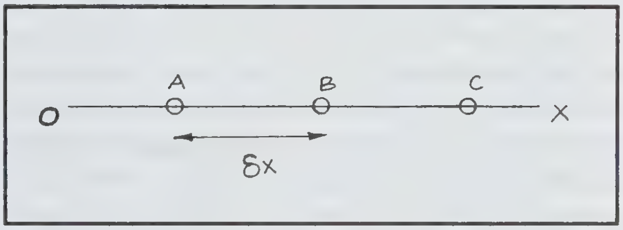
$\mu_0 (1 + X_m)$ என்பதை μ என்னும் அடையாளத்தால் குறித்தால் $\vec{B} = \mu \vec{H}$ என்றாகிறது. இதில் μ –ஐக் காந்த உட்புகு திறன் (permeability) என்பர். μ / μ_0 என்னும் K_m விகிதத்தை K_m என்னும் சார்புக் காந்த உட்புகுதிறன் (relative permeability) குறியீட்டால் வரையறுக்கலாம்.

$$K_m = \frac{\mu_1}{\mu_0}$$

அல்லது, $\mu = \mu_0 K_m$

எனவே, $\vec{B} = \mu_0 K_m \vec{H}$ என்றாகிறது.

ஒரு காந்தப்புலத்தை நோக்கி மிகத் தொலைவிலிருந்து ஒரு கற்பனை ஓரலகு வடமுனை கொண்டுவரப்படுவதாக இருந்தால் இப்புலத்தினுள் தேர்ந்தெடுத்த ஒரு புள்ளிக்கு அதை எடுத்துவர எவ்வளவு வேலை செய்ய வேண்டுமோ அதைக் காந்த ஈர்ப்பழுத்தம் (magnetic potential) என்பர்.



படம் 1.

H எனும் காந்தப்புலத்தில் OX-எனும் X-அச்சை மனத்திற்கொண்டு அதன்மீது δ_x என்னும் மிகச்சிறிய தொலைவால் பிரிக்கப்பட்ட A,B என்னும் இரு புள்ளிகளை எடுத்துக் கொள்ளலாம். OX-இன் திசையோடு ஒன்றும் காந்தவிசையை Fxஎனக் கொண்டால் Aஇல் வைக்கப்பட்ட ஓர் ஓரலகு வடமுனையை Bக்கு நகர்த்துவதற்குச் செய்யப்படும் வேலையை $F_x.\delta_x$ என எழுதலாம். OX-அச்சின் திசையிலுள்ள காந்தப்புலச் செறிவை H_x எனக் குறிப்பிட்டால் காந்தப்புலச் செறிவிற்குரிய வரைபறைப்படி Fx = Hx. எனவே முன்சொன்ன வேலையை Hx $.\delta_x$ என எழுதலாம். இது காந்த ஈர்ப்பழுத்தத்திற்குச் சமம். A-இலிருந்து B-நோக்கிச் செல்வதால் (புலச் செறிவிற்கு இணையான ஒரே திசையிலமைந்த காந்த அசைவு) காந்த ஈர்ப்பழுத்தம் கழித்தல் அடையாளம் பெறுகிறது.

எனவே, $Hx .\delta_x = -\delta_v$

படம் 1 இல் குறிப்பிட்டுள்ள A-இலிருந்து C-வரையுள்ள காந்த ஈர்ப்பழுத்த வேறுபாட்டைக் காண மேலே காணப்படும் சமன்பாட்டை

$$V_A - V_C = -\int_A^C Hx.dx$$

என எழுதலாம்.

எடுத்துக்கொண்ட ஓரலகு வடமுனை, காந்தப்புலச் செறிவின் திசையிற் செல்லாமல் OX உடன் θ என்னும் கோணத்தை உருவாக்குகின்ற வகையில் அசைவதாக இருந்தால் முன் கூறப்பட்ட சமன்பாட்டை,

$$V_A - V_C = -\int_A^C H \cos\theta.dl$$

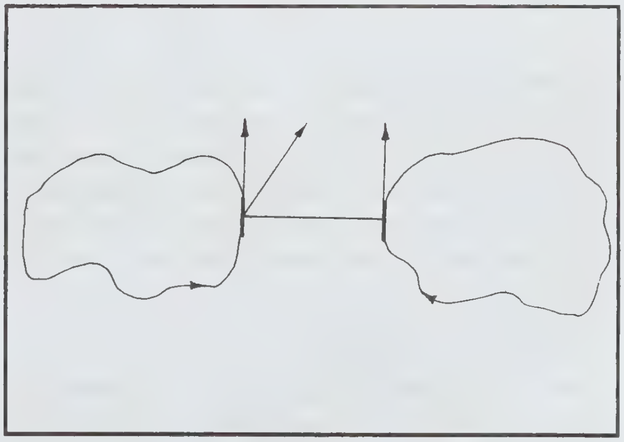
என எழுதலாம். இங்கு dl என்பது ஓரலகு வடமுனையின் அசைவு திசையிலமைந்த கோட்டின் ஒரு மிகச் சிறிய துண்டாகும். திசையன் முறையில் இச்சமன்பாட்டை,

$$V_A - V_C = -\int_A^C \vec{H} . dl$$

எனக் குறிப்பிடலாம்.

காந்த விதிகள்.

அடிப்படை விதி. பயாட் - சேவர்ட் விதி (Biot-Savart law) என்றும் இதைக் குறிப்பிடலாம்.



படம் 2

I_1, I_2 எனும் மின்னோட்டம் கொண்ட இரண்டு மின்சுற்றுகள் (படம் 2) அடுத்தடுத்து வைக்கப்படுகையில் மின்கடத்திகளைச் சுற்றி உருவாகும் காந்தப் புலத்தால் முதல் மின்சுற்று இரண்டாம் மின்சுற்றில் செலுத்தும் விசையை

$$\vec{F_2} = K_m I_1 I_2 \oint_1 \oint_2 \frac{\vec{dL_2} \times [\vec{dL_1} \times r_{12}]}{(r_{12})^2}$$

என்னும் சமன்பாட்டின் மூலம் காணலாம்.

$d\vec{L_1}$, $d\vec{L_2}$ முதலியன முறையே முதல், இரண்டாம் கடத்திகளில் கருதப்படுகின்றன நுண்நீளங்கள். இவை மின்னோட்டத்தின் திசையையும் குறிப்பதால் திசையன்களாகச் செயல்படுகின்றன. r_{12} என்பது $d\vec{L_1}$, $d\vec{L_2}$ இவற்றிற்கிடைப்பட்ட தொலைவைக் குறிக்கும். (K_m என்பது ஒரு மாறிலி = 10^{-7}மீ.கி.செ. அலகுகள்).

முதல் விதி. இரண்டு அடுத்தடுத்துள்ள மிக்சுற்றுகளில் மின்னோட்டம் ஏற்படுகையில் ஒன்றின் காரணமாக மற்றொன்றிற்கு உருவாகும் காந்தத் தூண்டலில் ($\vec{B}$) விரிநிலை (divergence) சுழியாகும்.

அதாவது,

$$\nabla . \vec{B} = 0$$

இவ்விதியில் ஸ்டோக் தேற்றத்தைப் (Stoke's theorem) பயன்படுத்தும்போது காந்தப் பாயத்தைக் (magnetic flux) குறிக்கும் சமன்பாட்டைப் பெறலாம்.

$$\int_V (\nabla . \vec{B})\, dv = \int_s (\vec{B} . \vec{ds}) = 0$$

இங்கு $\int_s (\vec{B} . \vec{ds}) = \phi m$ என்பது காந்தப்பாயத்தைக் குறிக்கிறது.

இரண்டாம் விதி. இதை ஆம்பியர் மின் மின்சுற்று விதியின் பிறிதோர் வடிவம் என்றும் கூறுவர். ஒரு மின்சுற்றில் மின்னோட்டம் நிகழ்கையில் உருவாகும் மின்தூண்டலில் சுழல் (curl), மின்னடர்த்திச் ($\vec{j}$) சார்பிலாக் காந்த உட்புகுதிறன் μ_o (absolute permeability) இவற்றின் பெருக்கு தொகைக்குச் சமம் என்பதே இவ்விதியின் சாரம்.

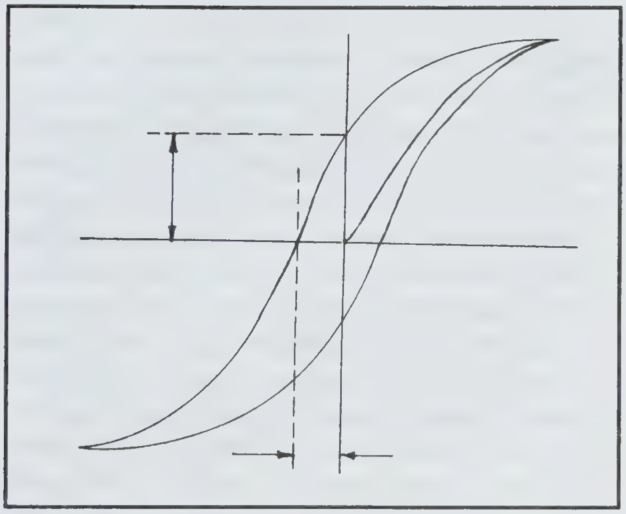
அதாவது, $\nabla \times \vec{B} = \mu_o . \vec{j}$

மின்னடர்த்தி சுழியாகும்போது, $\mu_o \vec{j}$ சுழியாகிவிட, $\nabla \times \vec{B} = 0$ எனும் சமன்பாடு கிடைக்கிறது. இந்நிலையிலுள்ள காந்தப்புலத்தைச் சுழலாக் காந்தப்புலம் என்பர்.

காந்தப் பண்புகள்

காந்தச் சார்வளைவுகள் (magnetisation curves). அயக்காந்தப் பொருள்களின் காந்தத் கசிவுத் தன்மை அப்பொருள் வைக்கப்பட்டுள்ள காந்தப்புலத்தை மட்டும் பொறுத்திராமல் முன்பு எவ்விதக் காந்தப் பண்பைக் கொண்டிருந்தது என்பதையும் பொறுத்தது என ஆய்வுகள் தெளிவாக்குகின்றன. ஓர் அயக்காந்தப் பொருளை ஒரு காந்தப் புலத்தில் வைத்தபின் மெதுவாக அப்புல வலிமையைக் கூட்டி, உச்சநிலை அடைந்தபின், புலவலிமையைச் சுழிநிலைக்குக் கொண்டு வந்து, பின் புலத்தின் திசையை எதிராக மாற்றி அதிலும் உச்சநிலையைப் பெற்று அதன்பின் புலத்தின் தொடக்க நிலைக்கே திரும்பும்போது, கொடுக்கப்பட்ட அயக்காந்தப் பொருள் ஒரு காந்தச் சுழற்சிக்கு (cycle of magnetisation) உள்ளாக்கப்பட்டுள்ளது எனலாம். காந்தச் சுழற்சி முற்றுப் பெற்ற பின்னும் அயக்காந்தப் பொருளிலுள்ள காந்தத் தன்மை முற்றிலுமாக விலகுவதில்லை. அதாவது காந்தப்புலம் இராத சூழ்நிலையிலும் கூட அயக்காந்தப் பொருள் இவ்வாறு பழைய நிலையை எய்தத் தயங்குவதைக் காந்தத் தயக்கம் (hysteresis) என்றும் காந்தத் தன்மையைத் தன்னகத்தே அடக்க முனையும் பண்பைத் தாரணை (retentivity) என்றும் கூறுதலுண்டு. அயக்காந்தப் பொருளை மீண்டும் பழைய நிலைக்குக் கொண்டுவர, காந்தப்புலத்தை அதிகரிக்க வேண்டும். பற்றுதல் விசையே (coercive) இதற்குக் காரணம் என அறியப்பட்டுள்ளது.

அயக்காந்தப் பொருளாலானதும் காந்தத்தன்மை முற்றிலும் நீக்கப்பட்டதுமான ஒரு நீளக்கம்பியை ஒரு வரிச்சுருளினுள் (solenoid) செலுத்தி மேற்சொன்ன காந்தச் சுழற்சிக்குட்படுத்தி ஒவ்வொரு நிலையிலும் காந்தப்புலம் (H), காந்தத் தூண்டல் (B) இவற்றைக் கணிக்கலாம். B,H இவற்றை ஒரு வரைபடத்தில் (graph) குறித்தால் படம்3இல் காட்டியுள்ள காந்த சார் வளைவுகள் கிடைக்கின்றன. காந்தப்புலம் சுழி நிலைக்கு வந்த பின்பும் காந்தத் தூண்டல் அதே நிலைக்கு வராமல் சற்று மதிப்பைப் பெற்றிருப்பதைக் காந்த சார் வளைவுகள் தெளிவாக்குகின்றன. இவ்வாறு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு காந்தப்பாயம் (flux) தேங்கியுள்ளதை எச்சக் காந்தத் தூண்டல் (remanent induction) என்பர். பற்றுதல் விசையைப் படத்தில் Hc தெளிவாக்குகிறது. காந்த சார் வளைவுகளால் அடைக்கப்பட்ட கண்ணியைத் தயக்கக் கண்ணி (hysteresis loop) அல்லது தயக்க வளைவு (hysteresis curve) என்று கூறுவர். தயக்க வளைவினுள் அடைக்கப்பட்டுள்ள பரப்பு ஒவ்வொரு



படம் 3

காந்தச் சுழற்சியின்போதும் ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்பிற்குச் சமமாகிறது. மூலக்கூற்றுக் காந்தங்கள் முதலில் ஆற்றுப்படுத்தப்பட்டு (orientation) அதைத் தொடர்ந்து நிலை குலைக்கப்படுவதால் (deorientation) இவ்வாற்றல் அயக்காந்தத்திலிருந்து வெப்பமாக வெளியேறுகிறது. சில காந்தப் பொருள்களுக்குப் பற்றுதல் விசை மிகக் குறைவாகவும், சிலவற்றிற்கு அது மிக அதிகமாகவும் காணப்படுதலுண்டு. பற்றுதல் விசை குறைந்தவற்றை மென்மைக் காந்தப் பொருள்கள் (soft magnetic materials) எனவும் பற்றுதல் விசை மிகுந்தவற்றைக் கடினக் காந்தப் பொருள்கள் (hard magnetic materials) எனவும் குறிக்கலாம்.

மென்மைக் காந்தப் பொருள்களின் கண்ணிப் பரப்பு (loop area) எனப்படும் தயக்க வளைவினுள் அடைப்படும் பரப்பு, கடினக்காந்தத்தின் பரப்பைவிடக் குறைவாதலால் கடினக் காந்தத்தோடு ஒப்பிடுகையில் மென்மைக் காந்தத்தில் ஆற்றல் இழப்பு மிகக் குறைவு எனலாம். மென்மைக் காந்தப் பொருள்களுக்குச் சான்றாகத் தேனிரும்பையும் (soft iron) சிலிக்கான் இரும்பையும் (4% சிலிக்கான், 96% இரும்பு) கூறலாம். இவற்றுள் சிலிக்கான் இரும்பு மின் மாற்றி (transformer), மின்னியற்றி (dynamo), மின்னோடி (motor) ஆகியவற்றின் உள்ளகங்களில் (core) பரவலாகப் பயன்படுகிறது. இரும்பில் கலக்கப்படும் சிலிக்கான் மின்தூண்டலுக்கு எதிர்ப்பளித்தல், காலத்தால் இரும்பின் காந்தத்தன்மை குறையாது பாதுகாத்தல் ஆகிய பணிகளைச் செய்கிறது. கடினக் காந்தப் பொருள்களுக்குச் சான்றாக, அல்நிக்கோ, டைக்கோனால்-D, டைக்கோனால்-G, அல்கோமாக்ஸ், ஹைறக்கோமாக்ஸ் ஆகியவற்றைக் கூறலாம். இவற்றின் எச்சக் காந்தம், பற்றுதல் விசை ஆகியன மிகக் கூடுதலாதலால் நிலைக் காந்தங்கள் (குறிப்பாக ஒலிபெருக்கியிலுள்ளவை) தயாரிக்க இவை பயன்படுகின்றன.

காந்தக் குறுக்கம். இது அயக்காந்தத்தில் காணப்படும் மற்றுமொரு பண்பு. ஓர் அயக்காந்தப் பொருள் காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்படும்போது அப்பொருளில் திரிபு (strain) உண்டாவது அறியப்பட்டுள்ளது. மேலும், ஓர் அயக்காந்தப் பொருளில் தகைவு (stress) செயல்படும்போது அதன் காந்தப் பண்புகள் மாறுகின்றன எனவும் காணப்பட்டுள்ளது. இவ்விரண்டு பண்புகளையும் காந்தக் குறுக்கம் (magnetostriction) என்பர்.

முதற்சொன்ன திரிபு நான்கு வகைகளில் அமைகிறது. காந்தப் புலத்தை அயக்காந்தப் பொருளின்மேல் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் செலுத்துகையில் நீள, அகல மாற்றங்கள் தோன்றுகின்றன. இதை ஜூல் விளைவு (Joule effect) என்பர். காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்படும்போது சில அயக்காந்தப் பொருள்கள் வளைகின்றன. இதைக் கில்மின் விளைவு (Guillemin effect) என்பர். வட்டப்புலம், நீள்புலம் இவை இரண்டுமிணைந்த காந்தப்புலத்தில் ஓர் அயக்காந்தக் கம்பி வைக்கப்படும்போது அக்கம்பி முறுக்கப்படுகிறது. இதை வீட்மன் விளைவு (Wiedemann effect) என்பர். மேலும் காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்பட்ட அயக்காந்தப் பொருளின் கன அளவு, யங் குணகம் (Young's modulus), விறைப்புக் குணகம் (rigidity modulus), பருமக் குணகம் (bulk modulus) ஆகியவை மாற்றமடைகின்றன. தகைவினால் காந்தப் பண்பு மாற்றமுறுவதை வில்லாரி விளைவு (Villari effect) என்பர். இதில் குறுக்குநெடுக்கான எந்திரத் தகைவுகள், வளைத்தல், முறுக்குதல், அமுக்குதல் போன்ற தகைவுகள் இவற்றால் அயக்காந்தப் பொருளில் காந்தத் தூண்டலில் ஏற்படும் மாற்றம் அறியப்படுகிறது. இரும்பு, கோபால்ட், நிக்கல் ஆகியவற்றினாலான கம்பிகள் மேல் தனித்தனியாக நெடுக்குத் தகைவு செலுத்தப்படும்போது காந்தத் தூண்டல் இரும்பைப் பொறுத்த வரையில் இழுவிசைக்கு நேர் விகிதத்திலும் கோபால்ட், நிக்கல் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தவரை எதிர் விகிதத்திலும் அமைகிறது.

காந்தச் சுற்று. ரோலன்டின் (1870) கொள்கைப்படி மின்சார அளவீடுகளாகிய மின்னியக்கு விசை (electromotive force - emf) மின்னோட்டம், மின்தடை போன்று காந்தவியலிலும் காந்த இயக்குவிசை (magnetomotive force - mmf) காந்தப்பாயம் (magnetic flux), காந்தத்தடை (reluctance) என்னும் அளவீடுகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

n சுற்றுகள் கொண்ட மின்சுற்றில் i ஆம்பியர் மின்னோட்டம் ஏற்படுகையில் எழும் காந்தப் புலத்தினுள், கற்பனை அளவிலுள்ள ஓரலகு காந்தமுனையை மின்சுற்று வழியாக எடுத்துச் செல்வதற்குச் செய்யப்படும் வேலையின் அளவு காந்த இயக்க விசை (m.m.f) எனப்படுகிறது.

m.m.f = ni ஆம்பியர் சுற்று.

மின்னியக்கு விசையினால் மின்னோட்டம் உண்டாவது போலக் காந்த இயக்கு விசையால் பாயம் (flux) உருவாகிறது.

மின்னியக்கு விசைக்கும் மின்னோட்டத்திற்குமுள்ள விகிதம் மின்தடையைத் தருதல் போன்று

$$\frac{\text{காந்த இயக்கு விசை}}{\text{காந்தப் பாயம்}} = \text{காந்தத்தடை}$$

எனக் கூறலாம். காந்தத் தடையை ஆம்பியர் சுற்று வெபர் எனும் அலகில் அளக்கலாம்.

ஒப்பாய்வில் இரு முக்கிய முரண்பாடுகள் தோன்றுகின்றன.

(அ) மாறாத வெப்பநிலையில் ஒரு மின்கடத்தியின் தடையாற்றல் மின்னோட்டத்தைப் பொறுத்ததன்று. ஆனால் காந்தத்தடையோ பாயத்தைப் பொறுத்து மாறவல்லது.

(ஆ) மின் சுற்றில் மின்னோட்டம் நிகழும் வரை ஆற்றல் இழப்பு நடைபெற்றுக் கொண்டேயிருக்கும். ஆனால் காந்தச் சுற்றில் ஆற்றல் பாயத்தை அதிகரிக்கவே பயன்படுகிறது.

- பொ. குமரேசன்

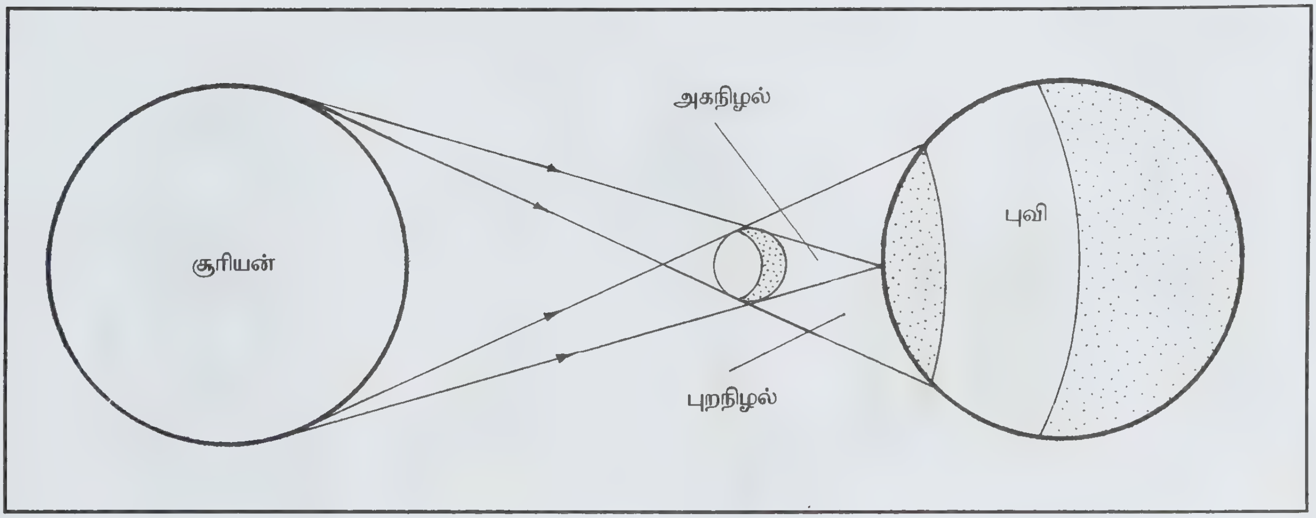
துணைநூல்கள். J.W. Fewkes and John Yarwood, ***Electricity, Magnetism and Atomic Physics***, Vol.1, Second Edition, Oxford University Press, Kolkotta, 1974; B. Yavorsky and A. Detlaf, ***Hand Book of Physics***, Second Edition, Mir Publishers, Moscow, 1975.

நிழல்

ஒரு பரப்பிற்கும் ஒளித் தோற்றுவாய்க்குமிடையில் ஒளி புகாத ஒரு பொருளை வைத்தால் பரப்பில் உண்டாகும் இருண்ட பகுதி நிழல் எனப்படும். அகநிழல் (umbra) எனப்படும் பகுதியில் நிழல் முழு இருளாக இருக்கும். ஒளித் தோற்றுவாயிலிருந்து அப்பகுதிக்கு வரக்கூடிய ஒளி முழுவதும் ஒளி புகாத தடையினால் தடுக்கப்பட்டுவிடுகிறது. தோற்றுவாய் ஓர் ஒளிப் புள்ளியாக இருக்கும்போது நிழல் முழுவதிலும் அகநிழல் பகுதி நிறைந்திருக்கும். ஏனெனில் ஒரு புள்ளித் தோற்றுவாயின் அனைத்துப் பகுதிகளையும் எந்த ஒரு தடையாலும் மறைத்துவிட முடியும். இதற்கு மாறாக ஒளித் தோற்றுவாய் ஒரு கணிசமான பரிமாணமுள்ளதாக இருந்தால் நிழலில் அக நிழலைச் சுற்றிலும் புற நிழல் (penumbra) எனப்படும் ஓரளவு ஒளிச் செறிவு கொண்ட பகுதி காணப்படுகிறது. ஒளித் தோற்றுவாயின் சில மறைக்கப்படாத பகுதிகளிலிருந்து வரும் ஒளிக் கற்றைகள் அப்பகுதியில் படுவதால் அங்கு ஓரளவு ஒளி இருக்கும். தோற்று வாயின் மறைக்கப்படாத பகுதியின் அளவைப் பொறுத்துப் புற நிழலின் ஒளியூட்டம், அகநிழலில் உள்ள சுழி மதிப்பிலிருந்து, நிழலின் விளிம்பைத் தாண்டியதும் தோற்றுவாய் முழுமையாக வெளிப்படுத்தப்பட்டு அதன் ஒளி முழுமையாகப் பரப்பின் மேல் விழும். லட்சியத் தன்மையான ஒளித் தோற்றுவாயைப் பயன்படுத்தினால்கூட அகநிழலின் விளிம்புகள் கூர்மையாக இரா. இதற்கு ஒளியின் அலைப் பண்பும், விளிம்பு விலகல் விளைவுமே காரணம்.

நிலவு சூரியனை முழுமையாக மறைக்கும்போது அதனால் ஏற்படும் அகநிழல் புவியைச் சிறிதளவே தொடுகிறது. இது விழுகின்ற சிறிய பரப்பில் உள்ளவர்களுக்கு மட்டுமே முழுச் சூரியமறைப்பு கண்ணுக்குத் தெரியும். புவியின் மற்றப் பகுதிகளில் புற நிழலே பரவியிருக்கும். அங்குள்ளவர்களுக்கு நிலவு சூரியனை ஓரளவே மறைப்பதாகத் தெரியும். விண்கலங்களில் புவியைச் சுற்றி வலம் வருவோருக்கு ஒவ்வொரு சுற்றின்போதும் இந்த நிழல் விளைவு தென்படும்.

சூரியக் கதிர்களை நிலவு மறைத்தல். ஒலி, எக்ஸ் கதிர் போன்ற பிற வகைக் கதிர்வீச்சுகளிலும் நிழல் என்னும் சொல் இடம்பெறுகிறது. உயர் அதிர்வெண்ணுள்ள ஒலிகளுக்கு மட்டுமே தெளிவான அழுத்தமான நிழல் பகுதிகள் தோன்றுகின்றன. இத்தகைய பகுதிகளில் அமர்ந்திருப்போருக்கு ஒலி மூலத்திலிருந்து வரும் ஒலிகள் காதில் விழா. கண்ணுக்குப் புலனாகும் ஒளியின் அதிர்வெண் மிக அதிகமாய் உள்ளமையால், ஏறக்குறைய முழுக் கருமையான நிழல்கள் உண்டாகின்றன. எக்ஸ் கதிர் மூலம் எடுக்கப்படும் நிழல் படங்கள் எலும்புகளையும் திசுக்களையும் தனித்தனியாகப் பிரித்துக் காட்டுகின்றன. எலும்புகள் அதிகளவில் எக்ஸ் கதிர்களைத் தடை செய்கின்றன. திசுக்கள் மிகக் குறைவான அளவிலேயே எக்ஸ் கதிர்களைத் தடுக்க முடிகிறது. வெவ்வேறு பகுதிகளின் எக்ஸ் கதிர்த் தடுப்புத்திறனைப்



பொறுத்து அவற்றின் நிழலின் கருமை அமைகிறது. ஒளி அலைகள் எதிர்பலிப்பு அல்லது ஒளிவிலகலின்போது திசை மாறுவதாலும் நிழல் பாங்குகள் தோன்றுவதுண்டு. இந்தப் பண்பைப் பயன்படுத்திச் சிலீரன் ஒளிப்பட முறையில் காற்றுப் புழல்களில் பாய்வுப் பாங்குகளைப் படமெடுக்க முடிகிறது. ஒளிக் குறுக்கீட்டு விளைவில் ஒளிப்பட்டைகளும் நிழல் பட்டைகளும் மாறிமாறி அமைகின்றன. இந்த நிகழ்வு பல ஒளியியல் ஆய்வுகளுக்கு உதவுகிறது. மலைகளினால் மழை மேகங்கள் தடுக்கப்பட்டு, மலைகளின் மறு பக்கத்தில் உள்ள பகுதிகளுக்குக் கிடைக்கக்கூடிய மழை அளவு குறைந்துவிடுகிறது. இத்தகைய பகுதிகள், மழை நிழல் பகுதிகள் எனப்படுகின்றன.

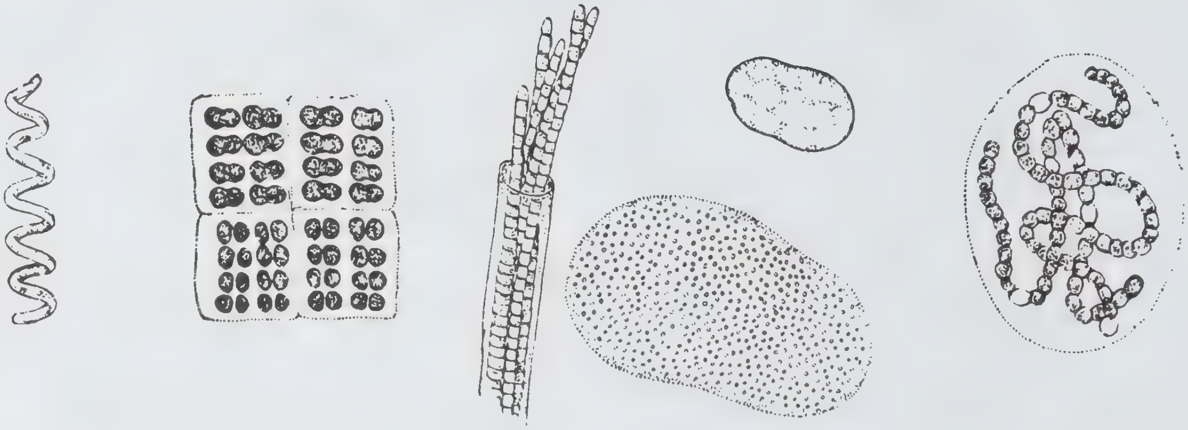
- கே. என். ராமசந்திரன்

நிழல் தாவரங்கள்

தாவரங்கள் பெரும்பாலும் சூரிய ஒளியில் மட்டுமே வளர்கின்றன. சில தாவரங்கள் ஒளி, நிழல் இரண்டிலும் வளரும். சில தாவரங்கள் தம் வாழ்க்கைப் போராட்டத்திற்காகத் தாமாகவே இத்தகைய சூழ்நிலையில் வளரும் தகவமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன. இவை நிழல் தாவரங்கள் (sciophytes) எனப்படும். நிழல் தாவரங்கள் பொதுவாக வெப்ப, குளிர் நாடுகளின் இலையுதிர் காடு, பசுமைமாறாக் காடு இவற்றில் நன்றாக வளர்கின்றன. இவ்வகைத் தாவரங்கள் ஈரம், மட்கு நிறைந்த மண்ணிலும், மரங்களின் அடிப்பகுதி கிளைகள் இவற்றின் மீதும் தொற்றுந் தாவரங்களாகவும், சிறு செடிகளாகவும், புதர்ச் செடிகளாகவும், பெரும் கொடிகளாகவும், மரங்களாகவும், சாறுண்ணிகளாகவும் காணப்படுகின்றன. நிழல் தாவரங்கள் பெருமழை, வளி மண்டலத்தின் மிகு ஈரப்பசை, அடுக்குத்தாவரத் தொகுதிகளால் உண்டாகும் நிழல், குளிர்ச்சி, குறைந்த ஒளி இவை சூழ்ந்த இடங்களில் வளர்கின்றன. ஒளி வாழ் தாவரங்களைவிட நிழல் வாழ் தாவரங்கள் சில தனித்த அமைவுகளைப் பெற்றுள்ளமை குறிப்பிடத்தக்கது.

வெப்ப, குளிர் மண்டல மழைக்காடுகளில் பெருமரங்களின் நிழலான நிலப்பரப்பில் பாக்டீரியாக்கள் நிரம்பிய கரிம மட்குகள் காணப்படும். இந்த மட்கில் பூக்கும் தாவரங்கள், பூவாத் தாவரங்களான காளான் முதலானவை செழித்து வளர்கின்றன. பாக்டீரியாக்களில் நைட்ரஜன் நிலைப்படுத்தும் பாக்டீரியாக்களான கிளாஸ்ட்ரீடியம் சிற்றினங்கள், காளானில் ஈஸ்ட், பாசிகளில் நீலப்பச்சைப் பாசி, லைக்கனில் அஸ்னியா, பூக்கும் தாவரங்களில் பொரல்லா, பூவாத் தாவரங்களில் லைக்கோபோடியம், புதர்ச்செடிகளில் பாகினியா, தொற்றுத் தாவரங்களில் வாண்டா, வேர் ஒட்டுண்ணித் தாவரங்களில் பலனோஃபோரா, மட்குண்ணித் தாவரங்களில் மோனோட்ராப்பா, கொடிகளில் பாலிகோணம், மரங்களில் மைசீலா எக்செல்சா போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கவை. **_ பா. அண்ணாதுரை**

துணைநூல். Allen H. Benton and William E. Werner, ***Field Biology and Ecology***, Tata McGraw-Hill Publications, New Delhi, 1976.



நீலப்பச்சைப் பாசி

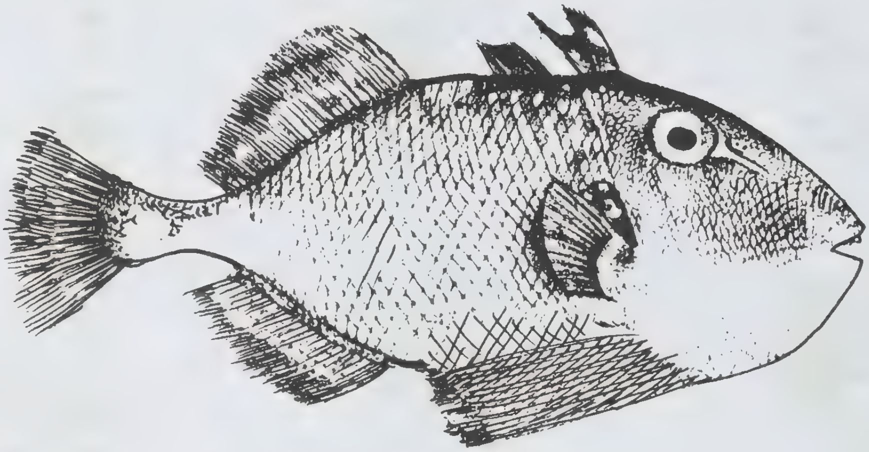
லைக்கோபோடியம்

வாண்டா

நிழல் தாவரங்கள்

நிழலாடி மீன்

இது மீன்கள் தொகுதியில், மேலின எலும்பு மீன்கள் வகையில், டீலியாஸ்டியை என்னும் மேல்வரிசையில்,



நிழலாடி மீன் *(Balistes stellatus)*

பிளாக்டோநேத்தி என்னும் வரிசையில், ஸ்கிளீரோடெர்மி என்னும் குடும்பத்தில், பேலிஸ்டிஸ் என்னும் பொதுவினத்தைச் சேர்ந்த மீனாகும்.

வண்ணம். நிழலாடி மீன் *(Balistes stellatus)* பொதுவாகச் சாம்பல் நிறத்தைப் பெற்றிருக்கும். இம்மீனின் உடலில் ஆங்காங்கே பசும்பொன் பழுப்பு நிறத்தையும் காணலாம். மார்புத் துடுப்பு மஞ்சள் நிறமுடையது. முதுகின் மேல் சிறிய நீலநிறப் புள்ளிகள் சிதறிக் கிடக்கும். முதலாம் முதுகுத் துடுப்பு வெண்மையாக இருக்கும். வால் துடுப்பு, வெளிர் சாம்பல் நிறத்தையும், மலவாய்த் துடுப்பு, பழுப்பு நிறத்தையும் பெற்றிருக்கும்.

உடலமைப்பு. 60 செ.மீ. நீளம் வரை வளரும் இம்மீனின் செதில்கள் கன்னப் பகுதிகளின் மேல் காணப்படுகின்றன. செவுள் திறப்பின் பின்னால் சில விரிவுற்ற கொம்புநிகர் செதில்கள் காணப்படலாம். வயிற்றுத்துடுப்பு முன் அசைவுதன்மை உடையது. இம்மீனின் முதுகுத்துடுப்பு கண்குழிக்குச் சற்றுப் பின்னால் தொடங்குகிறது. வால் துடுப்பின் பின்விளிம்பு குழிவுற்றும் வளர்ந்த மீன்களில் இரு நுனிகளும் நீண்டுமிருக்கும். வாலின் இருபக்கங்களிலும் இரு விளிம்புக்கோடுகள் காணப்படுகின்றன.

பரவல். நிழலாடி மீன் இந்தியப் பெருங்கடலில் பரவியிருக்கிறது. சென்னையில் மிகுந்து காணப்படுகிறது.

- செ. மரியசூசைநாதன்

நிழலின் விளைவுகள்

தாவரங்கள் நிழலில் வளர்வதால் சில குறிப்பிடத்தக்க தகவமைவுகளைப் பெற்றுள்ளன. ஒளியில் வாழும் தாவரங்கள், நிழலில் வாழ நேர்ந்தால் சில மாறுதல்களைப் பெறுகின்றன. தண்டு நீட்சியடைந்தும், வலிமை குறைந்தும், பசுமையாக இருக்க வேண்டிய பகுதிகள் மஞ்சள் நிறம் பெற்றும், திசுக்கள் குறைவான வேறுபாடு அடைந்தும், வலிவூட்டும் திசுக்கள் சில தாவரங்களில் குறைந்தும், சிலவற்றில் அறவே இல்லாமலும் காணப்படும்.

நிழலில் விரும்பி வளரும் தாவரங்கள் தாங்கள் வாழும் சூழலுக்கேற்ப, பல தகவமைவுகளைப் பெற்றுள்ளன. அவை உயரத்திற்கேற்பப் பருமனடைந்தும், தண்டுப்பகுதி சதைப்பற்றுடனும், வேர் நடுத்தரமான வளர்ச்சியைப் பெற்றும் காணப்படுகின்றன. தண்டுப்பகுதியில் வலிவூட்டும் திசுக்கள் குறைந்து காணப்படுவதால் பல தாவரங்கள் பின்னுகொடிகளாகவும், ஏறுகொடிகளாகவும் உள்ளன. இலைகளில் இலை இடைத் (mesophyll) திசுக்கள் நீண்ட இடைவெளிகளுடன் காணப்படுகின்றன. வலிவூட்டும் திசுக்கள் குறைந்த லையேன் எனப்படும் பெருங்கொடிகளின் வேர் நிலத்திலும் தாவரத்தின் பிற பகுதிகள் உயரமான மரங்களின் மீது சாய்ந்தும் படர்ந்திருக்கும். எ-டு: பிளம்பகோ. முட் பெருங்கொடிகளான யூஃபோர்பியா ஸ்பிளண்டென்ஸ், கேலியம் போன்ற தாவரங்கள் மரங்களின் மீது படர்ந்துள்ளன. பேசியோலஸ், ஐபோமியா

போன்றவை பின்னுகொடிகளாகக் காணப்படும். பற்றுக்கம்பிக் கொடிகளாக உள்ள தாவரம் வைட்டிஸ் ஆகும். ஒட்டும் பசையுடைய தாவரம் ஹைட்டிரா ஹெலிக்ஸ் என்பதாகும். நிழலில் வளர்வதற்காகப் பெற்றுள்ள தகவமைவுகள் தாவரங்கள் வளரிடத்திற்கேற்ப மாறுகின்றன.

தொற்றுந் தாவரங்களாக வாழும் இனங்கள் பற்றுவேர், உறிஞ்சுவேர், உணவு தயாரிக்கும் வேர் எனத் தகவமைவுகளைப் பெற்றுள்ளன. உறிஞ்சுவேர் காற்றிலுள்ள ஈரத்தை உறிஞ்ச உதவுகிறது. எ-டு: வாண்டா. உறிஞ்சு மயிர் மூலம் உறிஞ்சும் தாவரம், புரோமீலியேசிக் குடும்பத்தைச் சார்ந்த டில்லாண்ட்சியா அசியாய்டிஸ் என்பதாகும். பாசி, மாஸ், லைக்கன் முதலியவையும் உறிஞ்சி மயிர் வளரிகளால் நீரை உறிஞ்சுகின்றன. பற்றுவேர் மூலம் நலிந்த தண்டுடைய தாவரங்கள் தங்கள் வளரிடத்தைப் பற்றிக் கொள்கின்றன. பல்போஃபில்லம் பால்பிஜெரம் தொற்றுந்தாவரமாக வளர்வதால் கணு இடைப்பகுதியில் நீரைத் தேக்கி வைத்துக் கொள்கிறது. டில்லாண்ட்சியா பால்போசா என்னும் தாவரம் இலைகளுக்கிடையே நீரைத் தேக்கி வைத்துப் பயன்படுத்துகிறது. டிஸ்கீடியா என்னும் தாவரம் நீர்ப்பைகளைப் பெற்றுள்ளது. டேனியோஃபில்லம் ஜாலின்ஜெரி, பாலிரைசா ஜன்காலிஸ் தாவரங்கள் இலைகளற்று உள்ளமையால் வேற்றிட வேர்கள் உணவைத் தயாரிக்கின்றன. இவை யாவும் நிழலின் விளைவுகளேயாகும்.

சில நிழல் தாவரங்கள் மட்குண்ணிகளாகவும் வளர்கின்றன. நியோஷியா எனப்படும் மட்குண்ணி நிழல் தாவரம், சதைப்பற்றுள்ள தண்டையும், பழுப்புநிறத்தில் எச்ச உறுப்புகள் போன்ற மிகச் சிறந்த சிறிய இலைகளையும், கொத்தான வேர்த் தூவிகளற்ற தடித்த வேரிப்பூஞ்சை வேர்களையும் பெற்றுள்ளது. வேரிப்பூஞ்சைகளால் வளரிடத்தில் உள்ள சத்துப் பொருள்களை உறிஞ்சி வாழ்கிறது.

வேரின் புற ஒட்டுண்ணியாக வாழும் பலனோபோரா டபாய்கம் என்னும் வேரிப்பூஞ்சைகள் மூலம் மரங்களின் வேர்களிலிருந்து உணவுப் பொருளைப் பெறுகிறது. கரிம மட்கில் வாழும் பாக்டீரியா, காளான், லைக்கன் முதலிய இனங்களும் ஒளி பெற இயலாமல் வாழும் தங்கள் சூழ்நிலைக்கேற்பத் தகவமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன. பாக்டீரியாவும், காளானும் மட்குண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. லைக்கனில் கூட்டுயிர் வாழ்க்கை காணப்படுகிறது.

நீரில் நிழல் விரும்பி வாழும் தாவரங்களும் சில தகவமைவுகளைப் பெற்றுள்ளன. இத்தகவமைவுகள் நீரில் வாழும் ஒளிவாழ் தாவரங்களின் தகவமைவுகளிலிருந்து வேறுபட்டுள்ளமை குறிப்பிடத்தக்கது. இத்தாவரங்களின் தண்டு நீண்டு மெலிந்து மென்மையாகவும், இலைகள் நாடா போன்ற அல்லது மிகச் சிறிய இலைப்பரப்பைப் பெற்றும், மெலிதான நீண்ட இலைப்பரப்பைப் பெற்றும் (எ.டு. வாலிஸ்நேரியா, ஹைட்ரில்லா, செட்ரோஃபில்லம்) காணப்படும். தாவரங்களின் உள்ளமைப்பில் மிகுதியான காற்றறைகள் காணப்படுகின்றன. இலைகள் இரண்டு அல்லது மூன்று செல்கள் அளவே தடிப்புப் பெற்றும், புறத்தோல் திசுக்களில் மிகுதியான பசுங்கணிகம் பெற்றும், இலை இடைத்திசு முழுமையும் குளோரன்கைமாவாகவும் உள்ளமையால் இலைகள் குறைந்த அளவு ஒளியைப் பயன்படுத்தியே ஒளிச்சேர்க்கை புரிய ஏற்புடையனவாக உள்ளன. இத்தகவமைவுகள் நீரில் வாழும் ஒளித்தாவரங்களில் இல்லை.

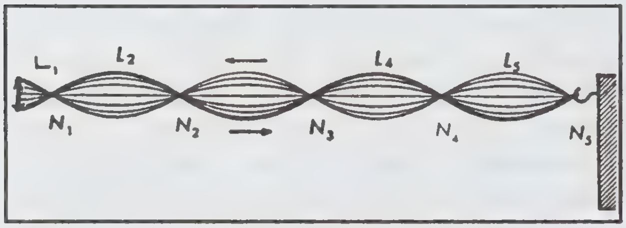
ஈரம் சேர்ந்த நிழல் பகுதியில் வாழும் பெரணிகள், ஏராய்டே, பேகோசியேசி குடும்பத் தாவரங்கள் முதலானவற்றில் சில தகவமைவுகள் காணப்படுகின்றன. இவை தரைக் கீழ்த் தண்டுகளையும், பரப்பு மிகுந்த இலைகளையும், மிகக் குறைவான வேர்களையும் பெற்றுள்ளன. இலைகளின் புறத்தோல் செல்கள் பெரியவாகவும், பசுங்கணிகங்கள், மயிர் வளரிகள் பெற்றும், உறைப்படலம் அற்று அல்லது மெல்லிய படலமாகவும் உள்ளன. இலை இடைத் திசுக்கள் பெரியவாகவும், மெல்லிய சுவர்களைப் பெற்றும், மிகுதியான காற்று இடைவெளிகளுடனும், வலிவூட்டும் திசுக்களைக் குறைந்த அளவில் பெற்றும் உள்ளன.

தாவரங்களின் இனப்பெருக்க உறுப்பான பூக்கள் பெறும் ஒளிக்காலத்தின் அளவு தாவரத்திற்குத் தாவரம் வேறுபடும். தாவரங்களின் ஒளிக்காலத் தேவையைப் பொறுத்து நீண்ட நாள் தாவரங்கள் என்றும், குறுநாள் தாவரங்கள் என்றும் பகுக்கப்படும். ஒளிக்காலத்தால் பாதிக்கப்படாத தாவரங்கள், நாள் நடுநிலைத் தாவரங்கள் என்று குறிக்கப்படுகின்றன. ஒளிக்காலத்தை மாற்றினால் தாவரங்களின் பூக்காலத்தை மாற்றலாம். ஒளிக்கால மாறுதலால் தாவரங்களின் பூவா உறுப்புகளின் அளவு, உள்ளமைப்பு, கிளைத்தல், உறுதி, ஒட்டுண்ணிக்கும் நோய்க்கும் இடங்கொடுக்குந்தன்மை, நிறக்கணிகங்கள், ஊட்டத் தேவை, வேதிச் சேர்க்கை, முளைத்தல் முதலானவை கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. அழகுக்காக வளர்க்கப்படும் பல தாவரங்கள் குறிப்பாக ஆர்க்கிடு வகைகள், ஏராய்டே குடும்பத் தாவரங்கள், லேபியேட்டே குடும்பத் தாவரங்கள் முதலானவை பூப்பருவம் எய்தியவுடன் அழிந்துவிடும். இவை நீண்ட ஒளித்தாவரங்களாக இருப்பின், குறுகிய ஒளிக்குட்படுத்திப் பூப்பருவம் எய்தாமல் தழைப்பருவத்திலேயே இருக்க வைக்க முடியும்.

துணைநூல். P.L. Kochhar, ***Plant Ecology***, Ratan Prakashan Mandir, New Delhi, 1980.

நிற்பு அலைகள்

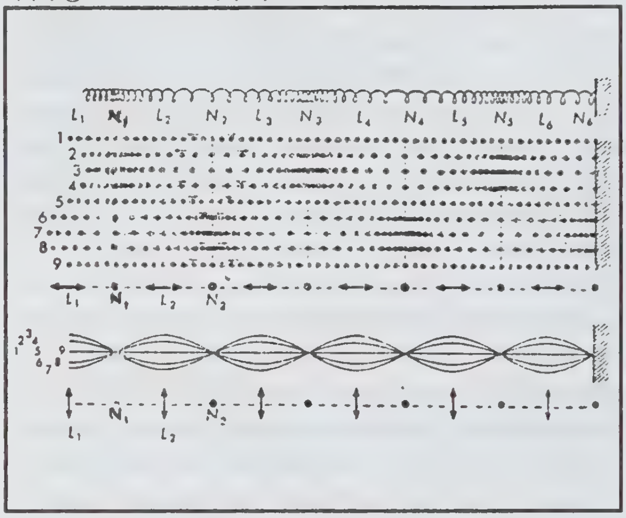
காலத்தோடு அலைவு செய்யும், சுழியிலிருந்து ஒரு பெரும அளவு வரை மாறுபடும் வீச்சைக் கொண்ட ஓர் அலையியக்கம், நிற்பு அலை (standing wave) எனப்படும். ஏறத்தாழ அனைத்து இசைக் கருவிகளிலிருந்தும் வெளிப்படும் ஒலிகள் நிற்பு அலைகளால் ஏற்படும் விளைவுகளேயாகும். திண்ம, நீர்ம, வளிம நிலைகளில் உள்ள அனைத்துப் பொருள்களிலும் நிற்பு அலைகளைத் தோற்றுவிக்க முடியும். ஒரே அதிர்வெண்ணுள்ள இரண்டு அலைத் தொடர்கள் ஓர் ஊடகத்தில் எதிரெதிரான திசைகளில் பயணம் செய்யும்போது நிற்பு அலைகள் உண்டாகின்றன. இவற்றை உண்டாக்கும் ஒரு முறை படம் 1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு கயிற்றின் ஒரு முனை ஓர் ஆணியில் கட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 1. கயிற்றில் நிற்பு அலைகள்

மற்ற முனையைக் கையில் இழுத்துப் பிடித்துக்கொண்டு மேலும் கீழுமாகச் சீரிசை இயக்கத்தில் ஆட்டினால் கயிற்றில் அலைகள் தோன்றும். இவை ஆணியில் கட்டிய முனையை அடைந்தவுடன் எதிர்பலிக்கப்பட்டு எதிர்த்திசையில் திரும்பி வரும். அப்போது இவை ஆணியை நோக்கி வந்து கொண்டிருக்கும் அலைகளைச் சந்திக்கின்றன. அலைகளின் அதிர்வெண்கள் பொருத்தமாய் இருக்கும்போது கயிறு இரண்டு அலைகளையும் பராமரிக்கிறது. இதில் பல சமநீளப் பிரிவுகள் தோன்றுகின்றன. L_1, L_2, L_3, L_4, L_5 ஆகிய புள்ளிகளில் கயிறு பெரும அளவு வீச்சுடன் அலைவு செய்கிறது. இப்புள்ளிகள் எதிர்க்கணுக்கள் (antinodes) எனப்படுகின்றன. அவற்றைப் பெரும அலைவுப்புள்ளிகள் எனவும் குறிப்பிடலாம். அவற்றுக்கிடையிலுள்ள N_1, N_2, N_3, N_4, N_5 ஆகிய புள்ளிகளில் கயிறு இயங்குவதேயில்லை. இவற்றைக் கணுக்கள் அல்லது அதிர்விலாப்புள்ளிகள் (nodes) எனலாம். படத்திலுள்ள கோடுகள் வெவ்வேறு கணங்களில் கயிறுகளின் நிலையைக் குறிக்கின்றன. இரண்டு அடுத்தடுத்த கணுக்களுக்கிடையிலுள்ள அலைப்பகுதி கண்ணி (loop) எனப்படுகிறது.

நெடுக்க அதிர்வுகளில் நிற்பு அலைகள் தோன்றுவதை ஒரு நீண்ட வில் சுருளின் உதவியுடன் நிகழ்த்திக் காட்டலாம் (படம் 2). வில் சுருளின் வலமுனை ஓர் ஆணியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. இதன் மறுமுனை, சீரிசை இயக்கத்தில் முன்னும் பின்னுமாக அசைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு செலுத்தப்படும் அதிர்வு சரியான அதிர்வெண்ணுள்ளதாக இருக்குமானால் வலப் பக்கமாகப் பயணம் செய்யும் அலைகளும் ஆணியிலிருந்து எதிர்ப்பலிக்கப்பட்டுத் திரும்பி வரும் அலைகளும் சந்தித்துக் கொண்டு நிற்பு அலைகளை உண்டாக்குகின்றன.



படம் 2. வில்சுருளில் நிலை அலைகள்

இப்போது கணுக்களும் எதிர்க் கணுக்களும் தோன்றுகின்றன. N என்னும் கணுக்களில் இயக்கம் சுழியாகவும் L என்னும் எதிர்க்கணுக்களில் பெருமமாகவும் இருக்கிறது. (2b)படத்திலுள்ள புள்ளிகள் வில் சுருளிலுள்ள தனித்தனியான வளையங்களின் நிலைகளை ஒரு முழு அதிர்வின் ஒன்பது கட்டங்களில் காட்டுகின்றன. கணுக்களில் உள்ள புள்ளிகள் எந்நேரத்திலும் அசையாமல் இருக்கின்றன. எதிர்க் கணுக்களில் உள்ள புள்ளிகளின் இயக்கத் திசைகள் (2C) படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. 3 எனக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள கட்டத்தில் ஒற்றைப் படை எண்ணுள்ள N_1, N_3, N_5 ஆகிய கணுக்களில் நெருக்கமும் இரட்டைப்படை எண்ணுள்ள N_2, N_4, N_6 ஆகிய கணுக்களில் விலக்கங்களும் தோன்றுகின்றன. அரை அலைவு கழித்து 7ஆம் கட்டத்தில் நெருக்கமாயிருந்த கணுக்களில் விலக்கமும், விலக்கமாயிருந்த கணுக்களில் நெருக்கமும் தோன்றுகின்றன. படம் 2இன் (b), (c), (d), (e) ஆகிய பகுதிகளில் குறுக்கு நிற்பு அலைகளும் நெடுக்கு நிற்பு அலைகளும் ஒப்பிடப்படுகின்றன. 1 முதல் 9 வரையான எண்கள் இரு வகையான அலைகளிலும்

நேரிணையான கட்டங்களைக் குறிப்பிடுகின்றன. படம் (c) வில்சுருளின் எதிர்க் கணுக்களில் நெடுக்கு இயக்கத்தின் வீச்சுகளைக் காட்டுகிறது. படம் (d) கயிற்றின் எதிர்க் கணுக்களில் குறுக்கு இயக்கத்தின் வீச்சுகளைக் குறிப்பிடுகிறது.

ஒலி அலைகள் ஒரு தட்டையான சுவரில் மோதி எதிரொலிக்கப்பட்டுத் திரும்பி வரும்போது படு அலைகளைச் சந்தித்து நிற்பு அலைகள் உண்டாகும். இந்தச் சுழலில் காற்று மூலக்கூறுகள் இயங்கும் அமைப்பைப் படத்திலுள்ள (2b) புள்ளிகள் மூலம் குறிப்பிடலாம். புல்லாங்குழல் போன்ற இசைக்கருவிகளில் இத்தகைய நிற்பு அலைகள் தோன்றுகின்றன. ஒலி அலைகள் காற்றில் நெடுக்கு இயக்கங்களைத் தோற்றுவித்தாலும் வசதிக்காக அவற்றைக் குறுக்கு அலைகளாகவே படங்களில் வரைவர்.

A என்னும் வீச்சுள்ள q_1, q_2 என்னும் இரண்டு சைன் வடிவ அலைகளை $q_1 = A \cos K(Ct-x)$, $q_2 = A \cos K(ct + x)$ எனக் குறிப்பிடலாம். இங்கு K என்பது அலை எண்; C என்பது அலையின் திசைவேகம்; t என்பது நேர ஆயம்; x என்பது இடம் ஆயம்; q_1 என்னும் அலை +x திசையிலும் q_2 என்னும் அலை -x திசையிலும் பரவிக் கொண்டிருக்கின்றன. இந்த இரண்டு அலைகளின் கூட்டுத்தொகை $q_1+q_2 = 2A \cos Kn \cos kct$ ஆகும். எனவே எந்த ஒரு நிலையிலும் வீச்சு $2A \cos Kx$ இன் சாரா எண் மதிப்புக்குச் சமமாயிருக்கும் $x= (n + ½) \pi/k$ (n= 0,1,2,3......) என்னும் இடங்களில் வீச்சு சுழியாகவும் $x = n\pi/k$ என்னும் இடங்களில் பெருமமாகவும் இருக்கும். எனவே x என்னும் புள்ளிகளில் கணுக்களும் எதிர்க் கணுக்களும் அமைகின்றன.

நிற்பு அலைகள் நிலை அலைகளின் வரம்பு நிகழ்வாகும். கொள்கலத்தின் ஒரு முனையிலாவது படு அலையின் ஆற்றலில் ஒரு பகுதியும் எதிர்பலிக்கப்பட்ட அலையின் ஆற்றலில் ஒரு பகுதியையும் உட்கவர்ந்து கொள்ளும்போது இவை தோன்றுகின்றன. இதன் காரணமாகத் தோற்றுவாயிலிருந்து நிகரமாக ஆற்றல் இழக்கப்படுகிறது. தகுந்த பரிமாணங்களும் எல்லை நிபந்தனைகளும் கொண்ட மூடிய அமைப்புகளில் ஒலி அலைகள், நிலை அலைகளை உண்டாக்கும். பயனுறு ஒலி அழுத்தத்தின் பெரும அளவுக்கும் சிறும அளவுக்கும் இடையிலுள்ள தகவு, நிற்பு அலைத் தகவு எனப்படுகிறது. இதைப் பயன்படுத்தி அமைப்பின் ஒலி எதிர்ப்பை (acoustic impedance) அளவிட முடியும். மின் காந்த அலைகள் அலை வழி நடத்திகளிலும் (wave guides) மின் கடத்தும் கம்பிப் பாதைகளிலும் நிற்பு அலைகளை உண்டாக்கும். நிற்பு அலைத் தகவின் மூலம் அலை வழி நடத்திகளிலும், மின் கடத்தும் கம்பிப் பாதைகளிலும் உள்ள மின் எதிர்ப்பைக் கணக்கிடலாம்.

- கே. என். ராமசந்திரன்

துணை நூல். H.E. White, *Modern College Physics*, van Nostrand Company, Newyork, 1963.

நிற அளவியல்

கரைசலில் இடம்பெறும் ஒரு குறிப்பிட்ட நிறப்பொருளின் செறிவைப் பொறுத்து நிற அடர்த்தி மாறுவதை அடிப்படையாகக் கொண்ட வேதி அளவியல் முறை நிற அளவியல் (colourimetry) ஆகும்.

ஒரு பொருளின் நீரியக் கரைசலைத் துல்லியமாக அறியப்பட்ட செறிவில் தயாரித்து, அதன் ஒளி உறிஞ்சும் பண்புடன் அதே பொருளின் பிறிதொரு நீரியக் கரைசலின் ஒளி உறிஞ்சும் பண்பை ஒப்பிட்டு, இரண்டாம் கரைசலின் செறிவைக் கணக்கிடலாம். இவ்வாய்வில் பயன்படுத்தப்படும் ஒளித் தோற்றுவாய் இயல்பான அல்லது செயற்கை வெண்ணொளியாக (white light) இருப்பின், அதற்குக் கட்புலனாகும் நிற அளவியல் (visual colourimetry) எனப் பெயர். நிற ஒப்பீட்டுக் கருவி (colour comparator) அல்லது நிற அளவி (colourimeter) என்னும் எளிய அமைப்பைக் கொண்டு இப்பகுப்பாய்வினை நிகழ்த்தலாம். பார்வையின் பதிவு மனிதர்களிடையே மாறுபடக்கூடுமாதலால், கண்ணுக்குப் பதிலாக ஓர் ஒளி மின்கலத்தைப் (photoelectric cell) பயன்படுத்தினால் அக்கருவிக்கு ஒளி மின் நிற அளவி (photo electric colourimeter) எனப்பெயர். வெண்ணிற ஒளியைத் தக்க வடிகட்டிகள் வழியே செலுத்திக் குறிப்பிட்ட குறுகிய அலைநீள வரம்புக்குள் இடம்பெறும் வண்ண ஒளியை இந்நிற அளவியில் பயன்படுத்துதல் வழக்கம். நிறமூட்டப்பட்ட கண்ணாடி, ஊன்பசைம் (gelatin) ஆகியன இவ்வகையில் சிறந்த வடிகட்டிகளாகும்.

பயன்படுத்தப்படும் ஒளியின் அலைநீள வரம்பு புறஊதாப் பகுதிக்கு நீட்டப்பட்டால், அவ்வமைப்புக்கு நிறமாலை ஒளி அளவி (spectrophotometer) எனப்பெயர். இங்குத் தெரிவு செய்யப்படும் ஒளிக்கற்றையின் பட்டை அகலம் 1 நானோ மீட்டருக்கும் மிக்கதாக அமைகிறது. ஒளியியல் நிறமாலைப் பகுப்பி (spectrometer) எனும் கருவி படுஒளிக் கதிரைப் பிரிப்பதுடன், தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட நிறமாலை வரம்பில் வெளிவரும் ஒளியின் அளவை அறிந்திடவும் உதவும் கருவியாகும். ஊடுருவி வெளிவரும் ஒளியின் அடர்த்தி அல்லது அதன் சார்பலன் கொண்ட ஏதோவொரு மின்

பண்பு ஆகியவற்றை அளப்பதற்குப் பயன்படும் கருவி ஒளி மின்கலமாகும். இவ்விரண்டு அமைப்புகளையும் இணைக்கும்போது, ஒரு நோக்கீட்டுப் பொருளுக்கும், (reference) ஆய்வுக்குட்படுத்தப்படும் மாதிரிப் பொருளுக்கும் ஊடுருவும் ஒளியிலுள்ள வேறுபாட்டை ஒரு மின் சைகையாக மாற்றுவதற்கு வழிவகை ஏற்படுகிறது.

நிற அளவியல் முறைகளின் முதன்மையான கூடுதல் பயன் மிக நுண்ணிய அளவில் இடம்பெறும் பொருள்களையும் துல்லியமாக அளந்தறியலாம் என்பதாகும். உண்மையில் இவ்வுத்தியினால் அளந்தறியும் செறிவின் உச்ச வரம்பு 1 அல்லது 2 விழுக்காட்டிற்கும் குறைவாகும்.

கண்ணுக்குப் புலப்படும் கதிர்வீச்சு கட்புலனாகும் ஒளி ஆகும். வெவ்வேறு அலை நீளம் கொண்ட ஒளிக் கற்றை ஒவ்வொன்றும் ஒரு நிறமாகும். இவற்றின் சேர்க்கை வெண்ணிற ஒளி. இதன் வரம்பு 400-760nm.

பல்வகை நிறங்களின் அலை நீள வரம்புகள்

நிறம்	அலைநீளம் nm	நிறம்	அலைநீளம் nm
புற ஊதா	400	மஞ்சள்	570-590
ஊதா	400-450	ஆரஞ்சு	590-620
நீலம்	450-500	சிவப்பு	620-760
பச்சை	500-570	அகச்சிவப்பு (infra-red)	> 760

நிறமுள்ள பொருளின்மீது விழும் கதிர்களுள் சில அலைநீளங்களை மட்டும் உறிஞ்சுவதால் அப்பொருள் நிறமுள்ளதாகத் தெரிகிறது. பிற அலை நீளக் கதிர்கள் ஊடுருவிச் செல்கின்றன அல்லது எதிரொளிக்கப்படுகின்றன. இக்கதிர்களே அப்பொருளின் நிறமாகக் கண்களினால் உணரப்படுகிறது. ஒளிபுகவிடாத் திண்மப் பொருளொன்று வெண்ணிறமாக இருப்பின் அனைத்து அலை நீளங்களும் சம அளவுக்கு எதிரொளிக்கப்படும். அப்பொருள் கறுப்பாக இருந்தால், எந்தவோர் அலைநீளமும் சரியாக எதிரொளிக்கப்படவில்லை எனப் பொருளாகும். நீல நிறமுடைய பொருள் நீல நிறத்தைக் கண்ணுக்குப் புலப்படுத்தும் கதிர்க்கற்றையை எதிரொளிக்கும். மின்காந்த அலைகள் (கதிர்வீச்சுகள்) அலைநீளம், அலைஎண், அதிர்வெண் ஆகியவற்றினால் விவரிக்கப்படுகின்றன. இம்மூன்று துணை அலகுகளும் ஒன்றோடொன்று பின்வருமாறு தொடர்பு கொண்டுள்ளன.

$$\frac{1}{\text{அலைநீளம்}} = \text{அலை எண்} = \frac{\text{அதிர்வெண்}}{\text{ஒளியின் திசைவேகம்}}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \bar{\upsilon} = \frac{\upsilon}{C}$$

நிற அளவியலின் அடிப்படைக் கொள்கை. சமச்சீர்மையான ஊடகத்தின்மீது ஒளிவிழும்போது, அதிலொரு பகுதி எதிரொளிக்கப்படுகிறது; பிறிதொரு பகுதி உறிஞ்சப்படுகிறது; மூன்றாம் பகுதி ஊடுருவுகிறது. $I_o = I_a + I_t + I_r$; I_o = படுகதிர்களின் அடர்த்தி; I_a = உறிஞ்சப்படும் ஒளியின் அடர்த்தி; I_r = எதிரொளிக்கப்படும் ஒளியின் அடர்த்தி; I_t = ஊடுருவும் ஒளியின் அடர்த்தி.

காற்று-கண்ணாடி இடைப்பரப்புகளைப் பொறுத்தவரை (கண்ணாடிக் கலன்களே பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன) 4% படுகதிர் எதிரொளிக்கப்படுகிறது. ஓர் ஒப்பீட்டுக் கலத்தைப் பயன்படுத்தி I_r எனும் காரணியை அகற்றிவிடலாம். கரைசலால் ஒளி உறிஞ்சப்படுதலை லாம்பர்ட் விதி, பீர் விதி என இருவேறு விதிகளாகவும், இரண்டையும் இணைத்து லாம்பர்ட்-பீர் விதி எனவும் அறியலாம்.

லாம்பர்ட் விதி. ஒரு நிற ஒளியை (monochromatic light) ஓர் ஒளிபுகவிடும் ஊடகத்தின் வழியே செலுத்தும்போது, ஊடகத்தின் உள்ளே செல்லச் செல்ல ஒளியின் அடர்வு, புகும் ஒளியின் அடர்வுக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். அதாவது உறிஞ்சும் ஊடகத்தின் தடிமன் கூட்டுத்தொடராகக் கூடுகையில் உமிழ் ஒளியின் செறிவு அடுக்குத் தொடராகக் (expotentially) குறைகிறது. ஓர் ஊடகத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட தடிமன் எப்போதும் அதன்மீது விழும் கதிரின் நிலையான பின்னத்தையே உறிஞ்சுகிறது. இவ்விதியை,

$$\frac{dI}{dl} = kI \;....\; (1)$$

என்னும் வகைக்கெழுச் சமன்பாடாகக் (differential equation) குறிப்பிடலாம். இங்கு I = குறிப்பிட்ட அலைநீளம் கொண்ட படுகதிரின் செறிவு; l = ஊடகத்தின் தடிமன்; k = விகித மாறிலி, சமன்பாடு (1)ஐத் தொகையீடு செய்து, $I = I_o$ எனில் $l = l_o$ என்றாக்கினால்

$$l_n \frac{I_o}{I_t} = kl \text{ (அல்லது) } I_t = I_o e^{-kl} = I_o 10^{-Kl} \;........(2)$$

$$\text{இங்கு } K = \frac{k}{2.303} \text{ ஆகும்.}$$

I_o = ஓர் உறிஞ்சும் ஊடகத்தின் மீது படும் கதிரின் செறிவு; I_t = ஊடுருவிச் செல்லும் ஒளியின் செறிவு. k = உட்கவர்வுக் குணகம். படுகதிரின் செறிவைப் பத்தில் ஒரு பங்காகக் குறைப்பதற்குத் தேவைப்படும்

ஊடகத் தடிமனின் தலைகீழ் எண்ணே அவ்வூடகத்தின் உறிஞ்சல் அல்லது உட்கவர்வு குணகமாகும்.

$$\frac{I_t}{I_o} = 0.1 = 10^{-kl}$$ அல்லது kl=1; எனவே k = i/l

'l' தடிமன் கொண்டதோர் ஊடகத்தின் மீது படும் கதிரில் ஊடுருவும் கதிரின் பின்னம் I_t / I_o ஆகும். இதற்கு ஒளி ஊடுருவுகை (transmittance) எனப் பெயர். இதன் தலைகீழ் எண், I_o / I_t ஒளிபுகவிடாமை (opacity) எனவும்,

$$\log = \frac{I_o}{I} = A$$

என்பது ஒளியியல் அடர்த்தி (optical density) எனவும் அல்லது ஒளி உறிஞ்சுகை (absorbance) எனவும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. 'A' ஐ ஒளிமறைத்தல் திறன் (extinction) எனவும் கூறலாம்.

பீர் விதி. ஓர் ஊடகத்தினால் உறிஞ்சப்படும் ஒளியின் அளவு அவ்வூடகத்தின் தடிமனுக்கு மட்டுமே சார்பலனாகும் என்பது கரைசல்களுக்குப் பொருந்தாது. கரைசலிலுள்ள நிறம் கொண்ட கரைபொருளின் செறிவும் ஒளி உறிஞ்சல் காரணிகளுள் முதன்மையானதாகும். இத்தொடர்பை ஆராய்ந்து பீர் என்பார் ஒரு விதியை வரையறுத்தார். கரைசலில் ஒளி உறிஞ்சும் பொருளின் செறிவு கூட்டுத் தொடராக மிகுமானால் ஊடுருவும் செறிவு அடுக்குத் தொடராகக் குறைகிறது.

$$I_t = I_o e^{-k'c}$$; அதாவது $$I_t = I_o 10^{-k'c}$$ ....(3)

c = கரைசலின் செறிவு; K' மற்றும் K' என்பன மாறிலிகள். சமன்பாடுகள் (2) ஐயும், (3) ஐயும் இணைத்தால்,

$$I_t = I_o \times 10^{-\alpha cl}$$; அல்லது $$\log = \frac{I_o}{I_t} = \alpha Cl$$ ....(4)

இச்சமன்பாட்டிற்குப் பீர் லாம்பர்ட் விதி எனப்பெயர். நிற அளவிபலுக்கு இச்சமன்பாடு முக்கியமானது. மாறிலி 'α'இன் மதிப்பு செறிவு C-இன் அலகினைப் பொறுத்ததாகும். 'C' மோல்/லி (மோல் dm^3) அலகிலும் l செ.மீ. எனவும் குறிக்கப்பட்டால் αஐ ∈ என்னும் குறியீட்டில் குறிப்பர். '∈' இன் பெயர் மோலார் உட்கவர்வுக் குணகம் (molar absorption coeffecient) அல்லது மோலார் உறிஞ்சு திறன் (molar absorptivity) ஆகும். அலகு செறிவு, அலகு ஊடகத் தடிமன் (ஊடகத்தில் ஒளியின் பாதைநீளம்) ஆகியவற்றுக்குரிய உட்கவர்வு (உறிஞ்சுகை) நியம உறிஞ்சு குணகம் (specific absorption coeffecient) அல்லது உட்கவர்வுக் குறியீடு (absorbancy index) எனப்படும்.

$$\in^{1\%}_{1cm} \quad 325nm = 30$$

என்னும் சுருக்க வாய்பாட்டின் பொருள்: ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளுக்கு 325nm அலைநீளத்தில், கரைசலின் குறுக்களவு 1 செ.மீ. ஆகவும், செறிவு% (100 மி.லி. கரைசலில் 1 கி. கரைபொருள் கரைந்த நிலை) ஆகவும் இருக்கும்போது

$$\in = \log \frac{I_o}{I_t}$$ இன் மதிப்பு 30

உறிஞ்சுகை A, செலுத்துகைT, மோலார் உறிஞ்சுக்குணகம் ∈ ஆகியவற்றுக்கிடையேயான தொடர்புச் சமன்பாடுகள்;

$$A = \in cl = \log \frac{Io}{I} = \log \frac{I}{T} = -\log T$$

நிறமாலை ஒளி அளவிகளின் அளவைகள் யாவும் நேரடியான உறிஞ்சுகைகளைக் குறிப்பிடும்படி அளவீடு செய்யப்பட்டுள்ளன. சில அமைப்புகளின் ஊடுருவல் விழுக்காடும் பதிவாகுமாறு வழி செய்யப்பட்டுள்ளது. நிற அளவியலில் பொதுவாக I_o என்பது தூய கரைப்பானின் வழியாக ஊடுருவி வெளிவரும் ஒளியின் செறிவு அல்லது கரைசலில் நுழையும் ஒளியின் அடர்வு எனக் கொள்ளப்படுகிறது. I_t என்பது கரைசல்களினின்றும் வெளிவரும் ஒளியின் செறிவு.

சமன்பாடு, $$\in = \frac{A}{Cl}$$

நிற அளவியலின் முதன்மைக் கருத்தின் சாரமாகும்.

ஒரே கரைபொருளையும், கரைப்பான்களையும் கொண்ட இரு வேறு கரைசல்களைக் (செறிவுகள் C_1, C_2) கருதலாம். இரு கரைசல்களுக்கும்

$$I_{t_1} = I_o \times 10^{-\in l1c1} ; I_{t2} = Io \times 10^{-\in l2c2};$$

இங்கு l_1 மற்றும் l_2 என்பன முறையே C_1 மற்றும் C_2 என்னும் செறிவுகளைக் கொண்ட கரைசல்களின் தடிமன்கள் ஆகும். இந்நிலையில் பீர் விதியின்படி $l_1c_1 = l_2c_2$ எனவே, ஒரு நிற அளவியை இரட்டைப் பயனுக்குட்படுத்தலாம்; (1) C_1, C_2 ஆகியவற்றை மாற்றியமைத்து ஒவ்வொரு முறையும் I_tஐ அளந்தறிந்து,

பீர் விதியின் ஏற்புடைமையை (validity) நிறுவலாம்; (2) செறிவு துல்லியமாகத் தெரிந்ததொரு கரைசலில் ஒளி உறிஞ்சலுடன் மற்றொரு கரைசலின் ஒளி உறிஞ்சலை ஒப்பிட்டு, இரண்டாம் கரைசலின் செறிவைக் கணக்கிடலாம். நிறமாலை ஒளி அளவியைப் பயன்படுத்தும்போது செறிவு தெரிந்த கரைசல்களுடன் ஒப்பிடுவது தேவையற்றது. இக்கருவியில் I_o/I நேரடியாகத் தடிமனின் சார்பலனாக அறியப்படுகிறது. 'l'ஐயும் 'C' ஐயும் மாற்றி பீர்-லாம்பர்ட் விதியின் ஏற்புடைமையை ஆய்வு செய்யலாம். எனவே ∈இன் மதிப்பைக் கணக்கிடலாம். பின்பு ஆய்வுக்குட்படுத்தப்படும் கரைசலின் செறிவைக் (C_x) கணக்கிடலாம்.

$$C_x = \frac{\log I_o / I_t}{\in l}$$

படுகதிரின் அலைநீளம், கரைப்பான் தன்மை, வெப்பநிலை ஆகியவற்றின் சார்பலனாக உட்கவர்வுக் குணகம் அமைகிறது. பொதுவாக, ஒரு கரைசல் எந்த அலை நீள வரம்பில் பெரும அளவுக்கு உறிஞ்சப்படுகிறதோ அவ்வரம்பில் இவ்வாய்வை நிகழ்த்துதல் பயன்மிக்கதாக இருக்கும். ஒப்பிடப்பட்ட ஒளிக்கலங்களுக்கு (l = ஓர் மாறிலி), பீர்-லாம்பர்ட் விதி கீழ்க்காணுமாறு குறிப்பிடப்படுகிறது.

$$C \propto \log\frac{Io}{It} \qquad C \propto \log\frac{I}{T} \qquad C \propto A$$

A அல்லது $\log\frac{1}{T}$ ஐக் குத்தாயம் (ordinate) ஆகவும், செறிவை மட்டாயம் (abscissa) ஆகவும் கொண்டு வரைபடம் வரைந்தால் அது ஒரு நேர்கோடாக இருக்கும்.

இந்த அளவீட்டுக் கோட்டின் அடிப்படையில் அதே பொருளின் வேறு கரைசல்களின் செறிவுகளை உறிஞ்சுகை அளவையிலிருந்து அறியலாம்.

பீர் விதியிலிருந்து விலக்கம். செறிவு மாற்றத்தினால் கரைபொருளின் வடிவமைப்பு மாறாதிருப்பின் பரந்த செறிவு வரம்புக்குப் பீர் விதி பொருந்தும். சிறிய அளவுகளில் மின்பகுளிக் கலப்பு இருக்குமென்றாலும் கரைபொருளின் ஒளி உறிஞ்சல் பண்பு மிகுதியாகப் பெரும அலைநீளம் இடமாற்றத்திற்குள்ளாகும். மோலார் உறிஞ்சுகைக் குணகத்தின் மதிப்பும் மாறும். நிறமுள்ள கரைபொருள் கரைசலில் அயனியானாலும், சிதைவுற்றாலும் இணைந்த மூலக்கூறுகளாக மாறினாலும் சில முரண்பாடுகள் தெரியவரும். செறிவைப் பொறுத்து மாறும் இயைபு கொண்ட அணைவுகளை உருவாக்கவல்ல நிறமுள்ள கரைபொருளுக்குப் பீர் விதி பொருந்தாது. ஒருநிற ஒளி பயன்படுத்தப்படாத சூழ்நிலையிலும் பீர் விதி பயனளிக்காது.

$$\log = \frac{I_o}{I_t}$$

அல்லது log T ஐச் செறிவுடன் வரைபடமாக்கினால், தொடக்கப்புள்ளி வழியே செல்லும் நேர்கோடு கிடைக்குமாயின், பீர் விதிக்கு ஒத்திருப்பதாகக் கொள்ளலாம்.

நிற அளவை அல்லது ஒப்பீட்டு முறைகளின் வகையீடு. நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட நிபந்தனைகளுக்கு உட்பட்டு அறியப்பட வேண்டிய அளவிலுள்ள ஒரு பொருளினால் தோன்றும் நிறத்தை நன்கு அறியப்பட்ட அளவில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட அதே பொருளினால் தோன்றும் அதே நிறத்தின் அளவுடன் ஒப்பிடுதலே நிற அளவியல் முறைகள் யாவற்றுக்கும் அடிப்படைக் கொள்கையாகும். அளவறி ஒப்பீட்டுக்கு ஆறு விதிமுறைகள் வழக்கிலுள்ளன.

நியம வரிசை முறை. நெஸ்லர் (Nessler) குழாயில் ஆய்வுக் கரைசல் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டு, குறிப்பிட்ட கொள்ளளவுக்கு விளாவி, நன்கு கலந்து, அக்கரைசலின் நிற அடர்த்தி அதே பொருளின் நியமக் கரைசல்களின் நிற அடர்த்திகளுடன் ஒப்பிடப்படுகிறது. எந்நியமக் கரைசலின் அடர்த்தி ஆய்வுக் கரைசலின் நிற அடர்த்திக்குச் சமமாக உள்ளதோ, அந்நியமக் கரைசலின் செறிவே ஆய்வுக் கரைசலின் செறிவாகும். இம்முறையின் துல்லியம், நியம வரிசைக் கரைசல்களின் செறிவுகளைப் பொறுத்தது. நிகழ்பிழை $\pm 3\%$ ஆகும்.

ஆய்வினை எளிதில் விரைவில் முடிப்பதற்காகத் தொகுப்பு நியம நிறங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நிறமேற்றப்பட்ட கண்ணாடிகள் HClஇல் இரும்பு (III) குளோரைடு கரைசல் (மஞ்சள்), நீரியக் கோபால்ட் குளோரைடு கரைசல் (பழுப்பு), நீரியத் தாமிர சல்ஃபேட் கரைசல் (நீலம்) நீரியப் பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் (ஆரஞ்சு) ஆகியன நிற நியமங்களாகப் பயன்படுகின்றன. நியமக் கண்ணாடியும், கரைசலும் தரம் குறைந்தவையாக இருப்பின் பிழையளவு கூடிவிடும்.

நகலாக்கல் முறை (duplication method). ஆய்வுப் பொருளினாலான நியமக் கரைசலை அதே கொள்ளளவில் ஆய்வுக் கரைசலின் நிற அடர்வு கிடைக்கும் வரை வினைப்பொருளுடன் சேர்க்க வேண்டும். இம்முறை முந்தைய முறையைவிடத் துல்லியம் குறைந்தது.

பிறிதொரு முறையில் அடிப்படை நிறங்களான சிவப்பு, பச்சை, நீலம் ஆகியவற்றைக் கொண்டு கொடுக்கப்பட்ட ஆய்வுக் கரைசலில் நிறத்தை உருவாக்கி இந்நிறக் கலவையில் முதனிலை நிறங்களின் விகிதங்களை அறிந்து, அதனின்றும் கரைசலின் நிற அடர்த்தியை அளக்கலாம்.

நீர்த்தல் முறை (dilution method). சம குறுக்களவு கொண்ட ஒரே மாதிரியான இரு கண்ணாடிக் குழாய்களுள் ஒன்றில் நியமக் கரைசலையும் மற்றொன்றில் ஆய்வுக் கரைசலையும் எடுத்துக்கொண்டு, இரு குழாய்களையும் கிடைமட்டத்திலிருந்து நோக்குதல் வேண்டும். செறிவு கூடுதலான கரைசலை விளாவி, இரு கரைசல்களும் ஒரே நிற அடர்த்தி இருக்குமாறு செய்தல் வேண்டும். விளாவுவதற்கு முன்பிருந்த கரைசல்களின் செறிவு விகிதங்கள் விளாவிய பின்பு தோன்றும் கரைசல் உயரங்களின் விகிதங்களுக்குச் சமம்.

சமம் செய் முறை (balancing method). டுபாஸ்க் **(Duboseq)** நிற அளவி இவ்வகையைச் சார்ந்தது. இங்கு நியமக் கரைசலையும், ஆய்வுக் கரைசலையும் இரு ஒரே வகையான கண்ணாடிக் குழாய்களில் எடுத்துக்கொண்டு இரண்டினுள்ளும் ஒரு கரைசலைத் தேவையான அளவு ஊற்றிக் குழாய்களை மேலிருந்து செங்குத்தாய்ப் பார்க்கும்போது இரு கரைசல்களின் நிற அடர்வுகளும் சமமாக அமையச் செய்ய வேண்டும். இந்நிலையில் இரு கரைசல்களின் உயர விகிதங்களும் அவற்றின் தொடக்கச் செறிவு விகிதங்களுக்குத் தலைகீழாகும்.

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{C_2}{C_1}$$

பீரின் விதி பொருந்தும் நிலையில்தான் இவ்விகிதப் பொருத்தம் பயனளிக்கும். வெண்ணிற ஒளியைவிட ஒரே நிற ஒளியைப் பயன்படுத்தினால் துல்லியமான முடிவைப் பெறலாம். வெண்ணிற ஒளியைப் பயன்படுத்துகையில் துல்லிய வரம்பு $\pm 7\%$ ஆகும்; ஒரே நிற ஒளியில் துல்லியம் உயருகிறது. பொதுவாக ஒப்பிடப்படும் கரைசல்கள், பெருத்த செறிவு வேறுபாடு அற்றவையாக இருத்தல் நலம்.

ஒளிமின் ஒளி அளவி முறை (photoelectric photometer). இங்கு நிற அடர்த்தி ஒப்பீட்டுக்குக் கண்ணுக்குப் பதிலாக ஒளிமின்கலம் பயன்படுகிறது. இது ஒளி அடர்த்தியை நேரடியாக அளப்பதற்காகவே கையாளப்படும். ஒளிமின்கலங்கள் பொருத்தப்பட்ட கருவிகள் பொருளின் நிறத்தை அளப்பதில்லை; உறிஞ்சப்படும் ஒளியின் அளவையே கண்டறிகின்றன. ஒளிமின் ஒப்பீட்டு அளவைகள் **(photoelectric comparators)**, ஒளி அளவிகள் **(photometers)**, உறிஞ்சுகை அளவிகள் **(absorptiometers)** என்பன இக்கருவிகளின் மாற்றுப் பெயர்கள்.

இவ்வகைக் கருவிகளுள் பெரும்பாலானவை ஓர் ஒளித் தோற்றுவாய், ஒரே நிற ஒளியைப் பெறுவதற்காகப் பயனாகும் தகுந்ததோர் ஒளி வடிப்பான் **(filter)**, கரைசலைக் கையாளுவதற்குக் கண்ணாடிக் கலம், கரைசல் வழியே ஊடுருவும் கதிரை வாங்குவதற்கு ஒளிமின்கலம், ஒளிமின்கலத்தின் எதிர்வினையை **(response)** அளப்பதற்குரிய கருவி ஆகியவற்றைப் பெற்றிருக்கும்.

செறிவு தெரிந்த கரைசல்களைக் கொண்டு கருவியை அளவீடு செய்தல் முதல் கட்டச் செயல்பாடு ஆகும். செறிவுகளையும் அவற்றை ஒத்த அளவைகளையும் வைத்து ஒரு வரைபடம் உருவாக்கி, ஆய்வுக்குள்ளான கரைசலின் ஒளிமின் விளைவை அளந்து, அளவீட்டு வரைபடத்தின் மூலம் அதன் செறிவைக் கணக்கிடலாம்.

பல வடிவமைப்புகளில் கிடைக்கும் இக்கருவிகளில் ஒரேயோர் கலமோ, இரண்டு ஒளிக் கலங்களோ பயன்படுத்தப்படலாம். ஒரேயொரு கலத்தை உள்ளடக்கிய அமைப்பின் கரைசலில் ஒளிமின் எதிர்வினை தூய கரைப்பானுடையதுடன் ஒப்பிடப்படுகிறது. இதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் ஒளியின் அடர்த்தி, ஆய்வுக்கு ஆய்வு மாறாமல் பாதுகாக்கப்படல் கட்டாயத் தேவையாகும். ஒளிமின்கலன்கள் அயர்வுற்றால், ஒவ்வொரு முறையும் அடர்த்தியை மாற்றும்போது சமநிலை எய்துவதற்கு நேரம் தரவேண்டும். ஒளித் தோற்றுவாயின் அடர்த்தியில் தடுமாற்றம் ஏற்பட்டாலும், அது இரு குழாய்களையும் ஒரே அளவுக்குப் பாதிக்கும் என்பதால் இரு கல ஒளி அளவியே சிறந்ததெனக் கருதப்படுகிறது. ஒரே ஒளித் தோற்றுவாயினால் ஒளி பாய்ச்சப்பட்ட இரு ஒளிமின்கலங்கள் ஒன்றையொன்று மின்னோட்ட அளவி வாயிலாகச் சமப்படுத்தப்படுகின்றன. ஆய்வுக் கரைசல் ஓர் அளவி முன்பாகவும், கரைப்பான் பிறிதோர் ஒளி அளவி முன்பாகவும் இருத்தப்பட்டு, இரண்டுக்கும் இடைப்பட்ட மின்னோட்ட வேறுபாடு அளக்கப்படுகிறது.

நிறமாலை ஒளி அளவி முறை (spectrophotometer method). கரைசல்களின் செறிவுகளை மிகத் துல்லியமாக அறிவதற்கு நிற அளவை முறைகளிலேயே சிறந்தது இதுவேயாகும். தொடர்ச்சியாக படுகதிரை நிறத்திலிருந்து நிறம் மாற்றுவதற்கு இக்கருவியில் வழிவகை உள்ளது. இக்கருவியின் முதன்மைக் கூறுகளாவன: ஒளித் தோற்றுவாய், வெண்ணொளியினின்று ஒரு நிறத்தைப் பிரிக்கும் அமைப்பு, ஆய்வுக் கரைசலுக்கும் தூய கரைப்பானுக்கும் கண்ணாடி அல்லது சிலிக்கா கலங்கள், கரைப்பான்கள் அல்லது கரைசல் வழியே புகுந்து வரும் ஒளிக் கற்றையை அளப்பதற்குத் தேவையான கருவி ஆகியன.

பிற பல அளந்தறிதல் முறைகளைவிட நிற அளவியல் முறை மிகக் குறைவான செறிவுகளையும் துல்லியமாக அறிவதற்குச் சிறந்ததாகும். உயர்வேதிப் பொருள்களுக்குத் தரம் பார்த்தலோ, எடையறி பகுப்பாய்வோ பொருத்தமான முறையல்ல என்பதால், நிற அளவியல் பயன்மிக்கதாகும். ஒரே பொருளினாலான பல கரைசல்களை ஒப்பிடுவதற்கும் நிற அளவியல் விரைவானதாகும்.

நிறப் பகுப்பாய்வு நன்கு அமைவதற்குக் கட்டளை விதிகள்

நிறப்பொருளை உருவாக்கும் வினையின் தனித்தன்மை. ஒரு குறிப்பிட்ட வினைப் பொருள்களுடன் ஒரே நிறத்தைத் தரவல்ல பல உலோக அயனிகள் இருப்பின், சில அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்குதல், ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளை மாற்றுதல், pHகட்டுப்பாடு ஆகியவற்றால் தனித் தன்மையை உருவாக்கலாம்.

நிறத்திற்கும் செறிவுக்கும் இடையே ஒருபடி ஒட்டுறவு (linear dependence between colour and concentration). கண்களால் நிறங்களை ஒப்பிடும் அமைப்புகளில் இந்நேர்கோட்டுத் தொடர்பு உறுதிசெய்யப்பட வேண்டும். ஒளிமின்கல அமைப்புகளில் அளவீட்டு வரைபடம் உருவாக்கப்படுவதால் நேர்கோட்டுத் தொடர்பு தேவையில்லை.

நிறத்தின் நிலைத்தன்மை. நிற அடர்த்தி குறித்துக் கொள்ளப்படுவதற்குள் அது குன்றிவிடக்கூடாது.

ஒரே ஆய்வினை எத்தனை முறை நிகழ்த்தினாலும் ஒரே முடிவே பெறப்படவேண்டும்.

கரைசல்கள் தெளிவாகக் கலங்குமையற்று இருக்க வேண்டும். கலங்களுக்குக் காரணமான பொருள்கள் ஒளியை உறிஞ்சிச் சிதற செய்கின்றன.

மிக உயர் உணர்திறன். ஆய்வுப் பொருள் மிக நுண்ணிய செறிவில் இடம்பெறும்போதும் நிறத்தை விளைவிக்கும் வினை விரைவாகவும் துல்லியமாகவும் கிளை விளைவுகளின்றியும் நிகழ வேண்டும். வினை விளைபொருள் புற ஊதா வரம்பைவிடக் கட்புலனாகும் ஒளி வரம்பில் நன்கு உறிஞ்சக்கூடியதாக இருத்தல் வேண்டும். ஏனெனில், புற ஊதா வரம்பில் பிற பொருள்களின் குறுக்கீடுகள் மிகுதி.

நிற அளவியலில் அளந்தறியப்படும் சில உலோக அயனிகளும் அவற்றின் வினைப் பொருள்களும், நிறங்களும் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

உலோக அயனி	சேர்க்கப்படும் வினைப் பொருள்	நிறம் (அலைநீளம்) n/m
அலுமினியம்	எரியோகுரோம் சயனைன் R	535
ஆண்டிமணி III	KI	425
குரோமியம் III	1,5 டைஃபீனைல் கார்பசைடு	540
கோபால்ட்	நைட்ராசோ -R- உப்பு	425
	1- நைட்ரோசோ -2- நாஃப்தால்	530
இரும்பு III	அம்மோனியம் தயோசயனேட்	480
	1,10-ஃபீனான்த்ரலீன்	515
மாங்கனீஸ் VII	பெர்மாங்கனிக் அமிலம்	545
மாலிப்டினம் VI	டைதயால்	670
நிக்கல்	டைமெத்தில் கிளையாக்சைம்	445
டங்ஸ்டன் VI	டைதயால்	608

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நிற அளவியல் (இயற்பியல்)

இரண்டு வெவ்வேறு அலைநீளங்களும், அதிர்வெண்களும் கொண்ட கண்ணுக்குப் புலனாகும் ஒளிக் கதிர்களுக்கு இடையில் வேறுபாட்டைக் காண உதவும் பண்பு, நிறம் எனப்படும். அறிவியல் மொழியில் ஒரே பரிமாணமும், உருவமும், நிகழ்காலமும் கொண்ட இரண்டு கூட்டமைப்பு அற்ற ஒளிப்புலங்களுக்கு இடையிலான வேறுபாட்டை ஒரு மனிதர் தன் கண்ணால் பார்த்துப் புரிந்து கொள்ள உதவும் பார்வை உணர்வின் சிறப்புக் கூறு, நிறம் எனப்படுகிறது. ஒளிவிளக்கச் செறிவில் (luminance) உள்ள வேறுபாடுகள் மட்டுமே நிறங்களுக்கிடையில் வேறுபாடு காண உதவுகின்றன. என்றாலும், சமமான ஒளி விளக்கச் செறிவுள்ள பரப்புகளில் காணக்கூடிய வேறுபாடுகளின் ஒரு வகையே நிறம் எனப்படுகிறது. இவ்வேறுபாடுகள் இரண்டு ஒளிப் புலங்களின் நிறக் கூட்டமைப்பிலுள்ள இயல்பு வேறுபாடுகளைப் பொறுத்திருக்கின்றன. நிறக் கூட்டமைப்பில் உள்ள வேறுபாடுகள் வழக்கமாகக் கண்களுக்கு வெவ்வேறு நிறங்களாகப் புலப்படுகின்றன.

ஒளிவாங்கி (photoreceptor). மனிதக் கண்களில் மூவகையான கூம்பு ஒளிவாங்கிகள் உள்ளன. இவற்றிலுள்ள ஒளி நிறமிகளும், இவற்றின் நரம்பு இணைப்புகளும் வெவ்வேறு வகையாக உள்ளமையாலேயே நிறங்களை வேறுபடுத்திக் காண முடிகிறது. இக்கூம்புகளில் R, G எனப்படுபவை 380-700 நானோமீட்டர் அலை நீளமுள்ள அனைத்துக் கட்புலனாகும் ஒளிகளையும் உணரக்கூடியவை. போதுமான ஒளியாற்றல் உள்ளபோது 380 நானோ மீட்டருக்கும் குறைந்த அல்லது 700 நானோமீட்டருக்கும் மேற்பட்ட அலைநீளங்கள் உள்ள ஒளிகளையும் அவற்றால் உணர முடியும். ஏறத்தாழ 570 நானோமீட்டர் அலை நீள அளவில் கூம்புகளின் உணர்திறன், உச்சத்தை அடைகிறது. ஏறத்தாழ 540 நானோ மீட்டரில் கூம்புகள் பெரும உணர்திறனை அடைகின்றன. இரண்டு உணர்திறன்களுக்கும் இடையிலுள்ள தகவு 465 நானோமீட்டர் அளவில் சிறுமமாகி, இதற்கு இரு புறங்களிலும் ஒரு சீராக அதிகரிக்கிறது. இந்தத் தகைவு, ஒளிச் செறிவைப் பொறுத்திருக்கவில்லை. நிறமாற்றத்தின் சிவப்பு-பச்சைப் பரிமாணம் இந்தத் தகவின் அடிப்படையில் குறியீடாக்கப்பட்டுள்ளது. கூம்புகளின் உணர்திறன் ஏறத்தாழ 440 நானோமீட்டரில் பெருமமாகிறது. 540 நானோமீட்டருக்கு மேற்பட்ட அலைநீளக்கதிர்களால் இவை மிகுதியும் கிளர்வூட்டப்படுவதில்லை. R, G கூம்புகளுடன் ஒப்பிடுதன்மையில் B கூம்பில் ஏற்படும் கிளர்வு அளவைப் பொறுத்தே நீலம், மஞ்சள் ஆகிய நிறங்கள் உணரப்படுகின்றன. மூவகையான கூம்புகளிலும் ஒரே அளவான கிளர்வை ஏதாவது ஓர் அலை நீளக் கதிர் மட்டுமே உண்டாக்க முடியும். எனவே போதுமான அலைநீள வேறுபாடு உள்ள இரண்டு வெவ்வேறு கதிர்கள், ஒரே வகையான நிற உணர்வை ஏற்படுத்தா.

இரண்டு வெவ்வேறான பல கூட்டு நிறப் பரவீடுகளை ஒப்பிடுகையில் மேற்கூறிய கருத்துகள் பொருத்தமாக அமையா. இவை எப்போதும் வெவ்வேறு விதமாகத் தோற்றம் அளிக்கும். எடுத்துக்காட்டாகக் குட்டையான, நடுத்தரமான, நீளமான அலை நீள ஒளிகளைத் தகுந்த முறையில் கலந்துவிட்டால் அவை R,G,B கூம்புகளில் அனைத்து அலை நீளங்களிலும் சம ஆற்றலுள்ள ஓர் ஒளித் தோற்றுவிக்கும் உணர்விக்குச் சமமான உணர்வையே உண்டாக்கும். எனவே இரு வகையான ஒளிகளும் ஒரே நிறமுள்ளவையாகத் தோன்றும். இது நிற மாற்றியம் (chromatic metamerism) எனப்படும், இயல்பில் வேறுபட்ட கிளர்வுகளைப் பிரித்துக் காணும் செயல்முறைக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு ஆகும். ஒளிக்கதிர்களை மேற்பொருத்தல், கண்கள் பின்பற்ற முடியாத வேகத்தில் அதிர்வெண்கள் மாறி மாறி வரும்படிச் செய்தல் அல்லது தொலைக்காட்சித் திரைகளில் உள்ளமை போன்று கட்புலனாகா நுண்ணிய நிறக் கூறுகளை அடுக்கி வைத்தல் போன்ற முறைகளில் நிறக்கூட்டுக் கலவைகளை உண்டாக்கலாம். ஒளிக்கதிர்கள் கூம்பின் உட்பகுதிகளில் தொகுக்கப்படுகின்றன. அங்குள்ள தனித்தனியான ஒளி நிறமி மூலக்கூறுகள் ஃபோட்டான்களை ஒவ்வொன்றாக உட்கவருகின்றன. அப்போது தோன்றும் ஏற்பி மின்னழுத்தங்களில் உட்கவரப்பட்ட ஃபோட்டான்களில் அலை நீளங்களைப் பற்றிய தகவல்கள் எவையும் அமைவதில்லை.

நிற அளவியல். தர அறுதி செய்யப்பட்ட மாதிரிகளின் அடிப்படையில் நிறங்களை வகையிடல் வழக்கமாக இருந்தபோதிலும் நிறப் பார்வையின் முக்கூற்றுத் தன்மையின் (trivariant) காரணமாக, மூன்று மதிப்புகளின் அடிப்படையில் அவற்றைக் குறிப்பிட முடிகிறது. R,G,B ஆகிய கூம்புகளின் சார்புக் கிளர்வுகளை இம்மூன்று மதிப்புகளாகப் பயன்படுத்தலாம். 1931ஆம் ஆண்டில் கூம்புகளின் செயல்பாடுகளைப் பற்றி மிகுதியாக அறியப்படவில்லை. எனவே ஒளி விளக்கத்திற்கான அனைத்து நாட்டுக் குழு (International Commission on Illumination) மாற்றியத்தைப் பற்றி வேறுபட்ட ஆனால் தொடர்புள்ள அமைப்பை ஏற்றுக் கொண்டது. பரவலாகப் பயன்படுத்தப்பட்ட இதன்படி X,Y,Z என்னும்

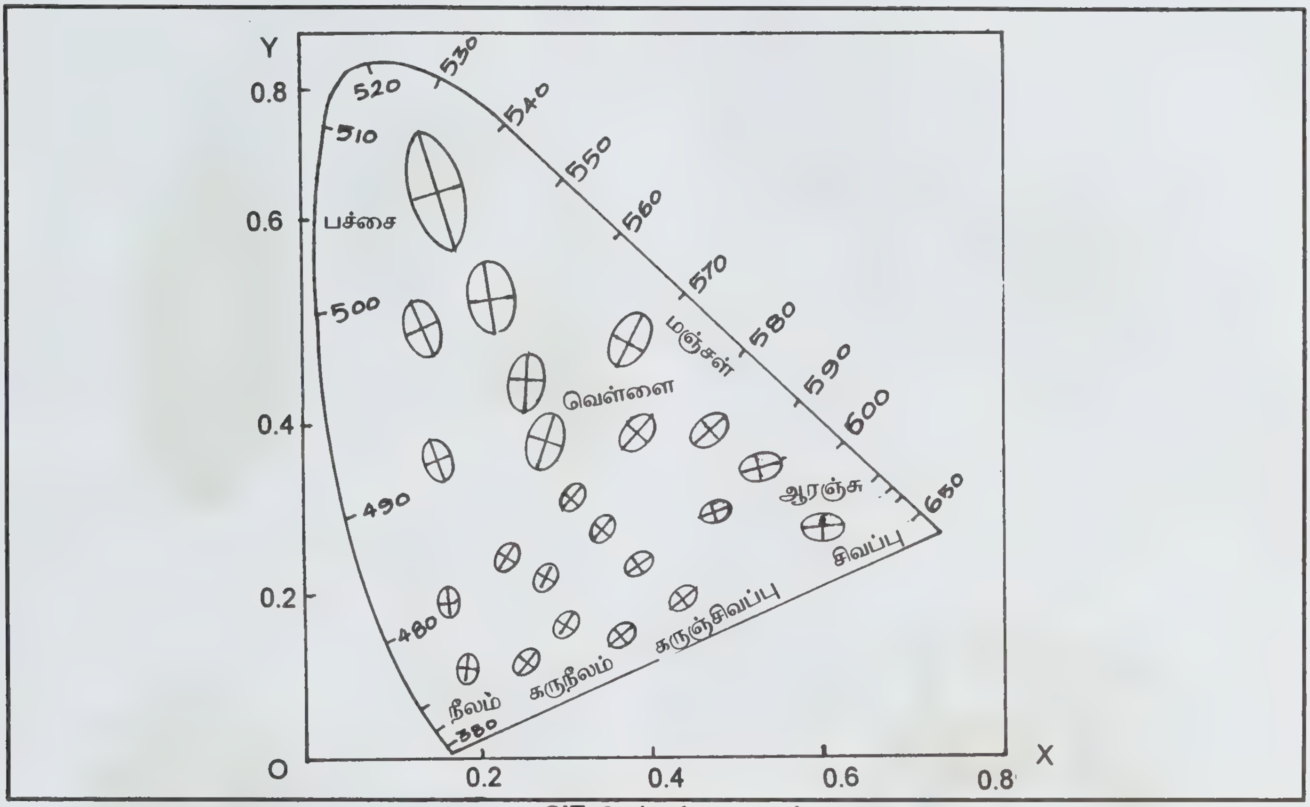
மூன்று கிளர்வு மதிப்புகள் வரையறுக்கப்பட்டன. கூம்புச் செயல் நிற மதிப்பீடுகளின் அடிப்படையில் செய்யப்பட்ட கணக்குகள் நிறப் பொருத்தங்களைப் பற்றி அளிக்கும் முடிவுகளை ஒத்த முடிவுகளே, கிளர்வு மதிப்புகளின் அடிப்படையிலும் கிடைக்கின்றன. இரண்டு ஒளிப் புலங்களில் $X_1=X_2$, $Y_1=Y_2$, $Z_1=Z_2$ எனில் இரண்டு கிளர்வுகளும் பொருந்தியுள்ளனவாகச் சொல்லப்படும். அப்போது இவை ஒரு கூற்றுத் தன்மை பெற்றிருந்தாலும் பலகூற்றுத் தன்மை பெற்றிருந்தாலும் ஒரே நிற உணர்வு உண்டாகும்.

அனைத்து நாட்டுக் குழுத் திட்டத்தை ஒரு மாதிரி நிகழ்வின் மூலம் விளக்கலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட சாயத்தின் நிறத்தை அளவறுதியில் வரையறுக்க வேண்டும் எனக் கொள்ளலாம். இது ஒரு குறிப்பிட்ட நிற வெப்பநிலையில் உள்ள டங்ஸ்டன் விளக்கின் ஒளியில் ஆராயப்படுகிறது. முதல் நடவடிக்கையாக ஒரு நிறமாலை ஒளி அளவுக் கருவியைப் (spectrophotometer) பயன்படுத்திக் கண்ணுக்குத் தெரியும் அலை நீளங்களில் தொடர்ச்சியாக அந்தச் சாயத்தின் எதிரொளிப்புத் தன்மையை அளவிட வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீளத்தில் எதிரொளிப்புத் திறன், R_λ எனலாம். அடுத்து எதிரொளிப்புத் திறனை (reflectance) அதே அலை நீளத்தில் டங்ஸ்டன் விளக்கிலிருந்து வெளிப்படுகிற சார்பு ஒளி அளவினால் (E_λ) பெருக்க வேண்டும். $E_\lambda R_\lambda$ என்னும் பெருக்கற்பலன் λ என்னும் அலைநீளத்தில் சாயத்திலிருந்து எதிரொளிக்கப்படும் ஒளியின் அளவை விவரிக்கிறது. ஒரு சம ஆற்றல் நிறமாலைக்கான X மூன்று கிளர்வு மதிப்புகளுக்கான அட்டவணையிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட X_λ என்னும் மதிப்பினால் பெருக்கப்படுகிறது. $\int E_\lambda R_\lambda X_\lambda d_\lambda$ என்னும் தொகையீட்டிலிருந்து சாயம் எதிரொளிக்கிற ஒளி முழுவதற்குமான மூன்று கிளர்வு X மதிப்பைக் கணக்கிட்டு விடலாம். இதே போல $Y_\lambda Z_\lambda$ மதிப்புகளிலிருந்து Y, Z ஆகியவற்றின் மூன்று கிளர்வு மதிப்புகள் பெறப்படுகின்றன.

நிறத்தன்மை வரைபடம். அனைத்து நாட்டுக் குழு நிறத்தன்மை வரைபடம் என்னும் விளக்கப்படத்தில் நிறங்களைக் குறித்துக் காட்டுவதுண்டு. ஒளிவிளக்கச் செறிவைப் பொறுத்திராத வகையில் மூன்று கிளர்வு மதிப்புகளுக்கு இடையிலான தொடர்பை இவ்விளக்கப்படம் காட்டுகிறது. படத்தின் தளத்தில் $y = Y/(x+y+z)$ என்னும் மதிப்பு $x= x/(x+y+z)$ என்னும் மதிப்பின் சார்பெண்ணாகக் குறிக்கப்படுவது வழக்கமாய் இருக்கிறது. Z இன் மதிப்பு $Z/(x+y+z)$ -க்குச் சமம். இது $1-(x+y)$க்கும் சமமாக உள்ளது. எனவே இதில் கூடுதலான தகவல் பெறப்படுவதில்லை. இத்தகைய படத்தில் நிறங்களின் தொடர் நியமப்பாதை வெளிப்புற எல்லைக் கோட்டினால் காட்டப்படுகிறது. அனைத்துக் கூட்டு நிறங்களும் இந்த எல்லைக் கோட்டுக்குள் அடங்கிவிடுகின்றன. இப்படத்தில் 25 பகுதிகளுக்கான வேறுபாட்டு அளவுகளையும் காணலாம். இப்பகுதிகள் நீள் வட்டங்களாக, உண்மையான அளவைவிடப் பத்து மடங்கு பெரியவையாகக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. ஒரு நீள் வட்டத்தின் மையத்திலிருந்து அதன் வெளி விளிம்பின் தொலைவைப் போலப் பத்தில் ஒரு பங்கு ஒரு வேறுபாட்டு அலகு ஆகும்.

வேறுபாட்டு நீள் வட்டங்கள் அனைத்தும் சம அளவுள்ள வட்டங்களாக இருந்தால், படத்தின் அனைத்து இடங்களிலும் அனைத்துத் திசைகளிலும் ஒரே தொலைவினால் வேறுபாட்டு அலகு குறிப்பிடப்படும். இது முறையன்று என்பதால் அனைத்து நாட்டுக் குழுப் படத்தின் நேர் போக்கு வீழ்த்தல்களாக வேறு நிறத்தன்மை விளக்கப்படங்கள் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவை வேறுபாட்டு அலகுகளை மேலும் சீரான வகையில் குறிப்பிடப் பயன்படுகின்றன. ஆனாலும் இவற்றில்கூட முழுமையான சீரமைப்புக் காணப்படவில்லை.

நிறத்தன்மை விளக்கப்படத்திற்குச் சில வசதியான பண்புகள் உள்ளன. பல நிறங்களைக் கூட்டுவதால் கிடைக்கும் நிறக்கலவைகள், இவற்றின் ஆக்கக்கூறு நிறங்களின் நிறத்தன்மைகளை இணைக்கும் நேர் கோடுகளிலேயே அமைவது இப்பண்புகளில் குறிப்பிடத்தக்கது. சில சமயங்களில் நிறத்தன்மை விளக்கப் படங்களின் அடிப்படையில் நிறங்களை உருவகப்படுத்துவது வசதியாக இருந்தாலும் இது உளவியல் நிற உணர்வைக் காட்டுவதில்லை என்பதைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். விளக்கப்படத்திலுள்ள ஒரு புள்ளி X,Y என்னும் நிறத்தன்மை ஆயங்களில் அமையும் அனைத்துச் சாத்தியமான மாற்றியங்களின் (metameters) நியமப் பாதையைக் குறிப்பிடுகிறது. மாற்றியத் தன்மையான நிறப் பொருத்தங்களின் விளைவுகளைப் பற்றி நிறத்தன்மை வரைபடம் விவரிக்க மட்டுமே செய்கிறது. ஆனாலும் ஒரு நிறம் எவ்வாறு தோற்றமளிக்கும் என்பதை இது விளக்குவதில்லை. கண் முன்னரே வேறு பல நிறமுள்ள ஒளிகளைக் கண்டிருந்தால் ஒரு குறிப்பிட்ட நிறத்தைப் பற்றிய அதன் உணர்வு சரியாக இராது. அதேபோல் அண்மையிலுள்ள அல்லது தொலைவிலுள்ள வேறு நிறங்களாலும் ஒரு குறிப்பிட்ட நிறத்தைப் பற்றிய பார்வை உணர்வு மாறுபாடு அடைகிறது. இருப்பினும் ஒரு வரம்புக்குள், இவ்வாறு மாற்றமடைந்த நிறத் தோற்றமுள்ள மாற்றியங்கள் பொருத்த நிலையிலேயே நீடிக்கின்றன.



CIE நிறத்தன்மை படம்

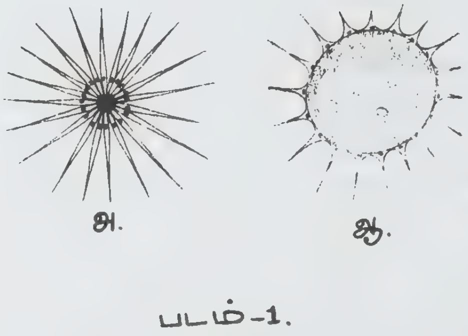
ஓர் இருண்ட சுற்றுச் சூழலில் அமைந்திருக்கும் எளிய, நேரான பொருத்தமுள்ள, கட்டுமானமற்ற ஒளிப்புலங்களுக்கு, ஒரு நிறத்தின் நிறத்தன்மை ஆயங்களுக்கும், அவற்றால் தூண்டப்படும் நிற உணர்வுகளுக்கும் இடையில் மாறாத் தொடர்புகள் உள்ளன. எனவே நிறத்தன்மை வரைபடங்களின் வெவ்வேறு பகுதிகள் நிறங்களின் பெயர்களாலேயே குறிப்பிடப்படுவதுண்டு.

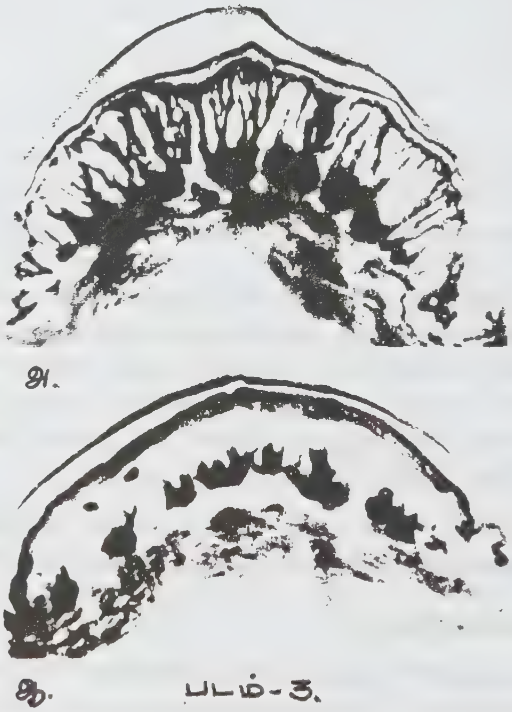
நடைமுறையில் CIE அமைப்பு நன்முறையில் செயல்பட்டாலும் இதிலும் சில குறிப்பிடத்தக்க குறைபாடுகள் உண்டு. சாதாரணமாக மனிதர்கள் நிறப் பொருத்தங்களைப் பற்றிக் கருத்தொற்றுமை கொள்வதில்லை. அதாவது இரண்டு மனிதர்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட நிறக்கலவையை ஒரே வகையாக உணர்வதில்லை. ஒளிவாங்கிகளின் முன்னால் அமைந்திருக்கும் செயலுறாத நிறமிகள் வெவ்வேறு அளவுகளில் ஃபோட்டான்களை உட்கவருதே இதற்குக் காரணம். வகையீடு நிற அளவியலில் கருத்து வேற்றுமைகள் மேலும் மிகுதியாகக் காணப்படும். 4% மனிதருக்கு நிறக்குருட்டுத் தன்மை உள்ளது. இவர்களுக்கு CIE அமைப்பு பொருத்துவதில்லை. ஒளிவிளக்கம் ஒரு நடுத்தரமான அளவிலிருக்கும்போது மட்டுமே இந்த அமைப்பு செயல்படும். ஏனெனில் ஒளிவிளக்கம் மிகக் குறைவாய் இருக்கும்போது பார்வைத் தண்டுகள் இடம்பெறத் தொடங்குகின்றன. பார்வைத் தண்டுகள் மங்கலான ஒளியில் செயல்படும் ஒளிவாங்கிகளாகும். ஒளி விளக்கம் மிக அதிகமாயிருந்தால் பார்வை ஒளி நிறமிகள் நிறமிழந்து, கூம்புகளின் நிற உட்கவர் தன்மை பெரிதும் மாறிப் போகிறது.

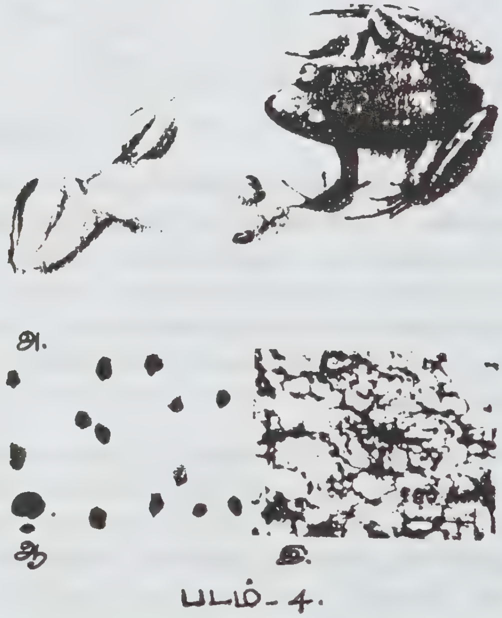
- கே. என். ராமசந்திரன்

நிறக்கணிகங்கள்

விலங்குகளின் தோல் அல்லது அதற்குக் கீழே உள்ள திசுக்களில் இயங்கும் தன்மை உடைய நிறமிகள் காணப்படும். இவை அவ்வவ் விலங்குகளின் நிறத்திற்கு ஏற்றவாறு அமைந்துள்ளன. சில சமயங்களில் நிறமி என்னும் சொல் பொதுவாகத் தாவரங்களில் உள்ள பசுங்கணிகங்கள் (chloroplasts), நிறக்கணிகங்கள் (chromoplasts) ஆகியவற்றையும் உள்ளடக்கிப் பொருள் கொள்ளப்படும். குறிப்பாக, விலங்கு நிறக்கணிகங்கள் குறிப்பிட்ட நிறமிகளுடன் சைட்டோபிளாசத்தில் செறிவாகக் காணப்படும்; அல்லது விலங்குகளின் தோல் நீட்சிகளில் காணப்படும். தலைக்காலி நத்தைகளில் (cephalopod







படம் 1. சிப்பிமீனின் நிறமி (அ) ஆரத்தசைச் செல்கள் விரிதலும் நிறமி சுருங்குதலும் (ஆ) செல்கள் சுருங்குதலும், நிறமி விரிதலும்

படம் 2. சிப்பி மீனின் தோலில் நிறமியின் தாக்கம்

படம் 3. பல்லித் தோலின் செங்குத்து நிலைகள் (அ) கறுப்புக் கணிகங்களின் நிறப்பரவல் (ஆ) கறுப்புக் கணிகங்களின் நிறமி உட்செலல்

படம் 4. தோல் நிறமாற்றத் தகவமைவுகள் அ) தவளைகள் வெளுத்துக் காணப்படல் ஆ) வெளிறிய தவளையின் நிறமிகள். இ) தவளையின் கறுப்புநிறக் கணிகங்கள்

molluscs) உருண்டையான, பையைப் போன்ற நிறமிகள் காணப்படும். நிறக்கணிகங்கள் மேற்கூறிய விலங்குகளில் தனித்த உறுப்புகளாகக் காணப்படும். விலங்குகளின் நிறத்திற்கு அவற்றின் தோல் பகுதியிலுள்ள நிறங்களும், நிற வடிவ அமைப்புகளுமே காரணமாகின்றன. பச்சோந்தி போன்ற ஒரு சில விலங்குகளின் நிறமாற்றம், அவற்றில் தோல் செல்களில் உள்ள நிறமிகள் விரவி, அமைப்பினை விரைவாக மாற்றிவிடுவதால் உண்டாகிறது. நிறமிகளின் பரவல், இயல்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து ஒளியும், வெப்பமும் உள்ளே உறிஞ்சப்படுகின்றன அல்லது விலகிச் செல்கின்றன. இதனால் நிறக்கணிகங்கள் விலங்குகளின் உள்ளே உள்ள திசுக்களுக்குச் செல்வது பாதுகாக்கப்படுகிறது.

அமைவிடம். நிறமிகளின் இயக்கத்தினால் செல்களில் நிறமாற்றம் ஏற்படுகிறது. இத்தகைய நிறமி விளைவு உண்டாக்கிகள் (effectors) பல தூவி உடைய புழு, அட்டை, பூச்சி, தலைக்காலி, மீன், நீர், நில வாழ்பவை, ஊர்வன ஆகிய விலங்குகளில் உள்ளன. பறவை, பாலூண்ணிகளின் புறத்தோலில் உள்ள அமைப்பு நிறமியை உண்டாக்கி நிறமாற்றத்திற்குத் தொடர்பு பெறுகிறது. இத்தகைய நிறமிச் செல்கள் ஏனைய முதுகெலும்பு உடைய விலங்குகளிலும் காணப்படுகின்றன.

தலைக்காலிகளின் நிறக்கணிகங்கள். ஆக்டோபஸ், சிப்பி மீன், கூனிறால் ஆகியவற்றில் உள்ள நிறக்கணிகங்கள் விரைந்து செயல்படுபவையாக உள்ளன. இவை தூண்டப்பட்டவுடனே, இவ்வகை விலங்குகளின் ஆரப்போக்கில் தோலில் அமைந்துள்ள நீண்ட தசை நார்ச் செல்கள் ஒரே சமயத்தில் சுருங்கி, அதனால் அந்தச் செல்களின் மையத்தில் அமைந்து இருந்த உருண்டையான நிறமிச் செல், ஒரு நொடிக்குள் அந்தச் செல்லைப் போல 2-60 மடங்கு பெரிதாகிறது. கோடுகள் இவற்றில் இராவிடினும், கோடுகளைப் பெற்ற தசைநார்ச் செல்களைப் போல் விரைவில் சுருங்குகின்றன.

நார்கள் தளர்வடையும்போது, நிறமிச் செல்லின் நெகிழ் தன்மை உடைய சவ்வு, குண்டூசி முனை போன்று கூர்மையாக இருந்து மீண்டும் தன் பழைய உருண்டை வடிவினை அடைகிறது. இதனால் நிறமிச் செல்லில் உள்ள நிறமி கண்களுக்குப் புலனாவதில்லை. நிறக்கணிகங்கள் உள்ள தசை நார்ச் செல்கள் நரம்பு இழைகளினால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. நரம்பு இழைகள் நரம்புச் செல்களுடனும், அவை மூளையின் சிறப்பு நரம்பு முடிச்சுடனும் இணைந்துள்ளன. இத்தகைய தூண்டுதலையும், அடங்குதலையும் கட்டுப்படுத்துவதற்குரிய, சரிசெய்யும் நரம்புச் செல்கள் மூளையின் மேற்பகுதியிலுள்ளன. புறச்சூழலில் உள்ள தூண்டுதல்கள், கண்கள் போன்ற ஏற்பான்கள் மூலம் இத்தகைய நரம்பு முடிச்சுகளுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. இந்த அமைப்பு குருதியில் உள்ள ஹார்மோன்களின் மாறுதல்களினால் நேரிடையாக அல்லது மறைமுகமாகப் பாதிக்கப்படுகிறது.

விலங்குகளில் உள்ள நிறக்கணிகங்களின் சுருக்கம் அல்லது விரிவால் அவை திடீரென ஒளியை உமிழ்கின்றன அல்லது அவற்றின் நிறத்தில் பல வடிவமைப்புகள், நிறத்திண்மை மாறுதல்கள் போன்றவை ஏற்படுகின்றன. இத்தகைய விலங்குகளில் மூன்றுவிதமான நிறமிச் செல்கள் உள்ளன. பெரிய செல்கள் விலங்குகளின் ஆழ் திசுக்களில் கறுப்பு அல்லது பழுப்பு நிறமிகளுடனும், இரண்டாம் வகை ஆரஞ்சு அல்லது சிவப்பு நிறமிகளுடனும், மூன்றாம் வகையான சிறிய செல்களில் மஞ்சள் நிறமிகளுடனும் தோலின் மேல் பகுதியில் அமைந்திருக்கும். இவ்விதமான செல்களுக்கு இடையே பல சிறிய, பளபளப்பான, ஒளி விலகு அடுக்குத்திசு தோலின் ஆழ் பகுதியில் காணப்படும். இந்தத் திசு அடுக்குகள் ஒளி விலகிச் செல்லும் பண்புடையவையாதலால் இவை ஒளிப்பகட்டான செல்கள் (iridophores) எனப்படும். இவற்றில் எவ்வித இயக்கங்களும் இருப்பதில்லை. ஆனால் இவை செயல்திறன் உடைய நிறக்கணிகங்கள். இவை நிறம் மாறுவதற்கு ஏற்ற வகையிலான முத்துப் போன்ற வெண்மை நிறப் பின்னணியைத் தருகின்றன. தலைக்காலிகளைத் தவிர ஏனைய விலங்குகளில் உள்ள நிறக்கணிகங்கள் அவற்றின் உருவம், நிறமி, இனம், தொகுதியில் அவற்றின் செயல்பாடு போன்றவற்றில் வேறுபட்டுள்ளன.

வகை. நிறங்களுக்கு ஏற்றவாறு பலவகைப்பட்ட நிறக்கணிகங்கள் பற்றி அறியப்பட்டுள்ளன. பொதுவாக, கறுப்பு அல்லது பழுப்பு நிறம் பெற்ற நிறக்கணிகங்கள் கறுப்பு நிறக்கணிகங்கள் (melanophores) எனப்படும். நிறக்கணிகங்களின் நிறமிகளுக்கு ஏற்றவாறு இவை மஞ்சள் நிறக்கணிகங்கள் (xanthophores), சிவப்பு நிறக் கணிகங்கள் (erythrophores), வெள்ளை நிறக்கணிகங்கள் (leucophores), பகட்டான நிறக்கணிகங்கள் (iridophores) எனப்படும். நல்ல விதத்தில் அமைந்த பகட்டான நிறக்கணிகங்கள் ஏனைய நிறக்கணிகங்களைவிட, குறிப்பாக, கறுப்பு நிறக்கணிகங்களைவிட மிகுதியும் மாறுபடுகின்றன. கறுப்பு நிறக்கணிகங்கள் அதிக உயிர்ப்பு உடையவை; ஆனால் அவற்றில் உள்ள நிறம் இயங்குவதில்லை. வெள்ளை நிறக்கணிகங்களும், பகட்டான நிறக்கணிகங்களுக்கும் இடைப்பட்ட நிலையில் மிகுதியும் ஒளி விலகிச் செல்லும் நிறக்கணிகம், ஒளி விலகு நிறக்கணிகம் (antaugophore) எனப்படும். மஞ்சள், சிவப்பு நிறக்கணிகங்களைத் தவிர ஏனையவை இளம் பழுப்பு நிறம் அல்லது சாம்பல் நிறமாக, ஒளி அவற்றின்

மீது பாய்ச்சப்படும்போது தோன்றும். நீல நிறக்கணிகம் பொதுவாகக் காணப்படுவதில்லை. நீரில் கரையும் கரோட்டின் நிறமியுடன் அல்புமின் கலந்து, அதனால் நீல நிறம் பெற்ற செல்கள் உள்ள திசுக்கள் பொருக்கு போன்ற கடின ஓடு உடைய நத்தை இன விலங்குகளில் காணப்படுகின்றன. பளபளப்பான நிறக்கணிகங்கள் அல்லது இவற்றிற்கிடையே அமைந்த மெல்லிய படலங்கள், நிறமிப் படிகங்களில் ஒளி விலகிச் செல்வதால் ஒளி கோணலாக மாறிச் செல்ல, நீலம், பச்சை முதலிய நிறங்களும் விலங்குகளில் உண்டாகின்றன.

நிறமிகளின் வேதி இயல்பின் அடிப்படையில் வெவ்வேறு வகையான நிறக்கணிகத் தொகுதிகள் உள்ளன. முதுகெலும்பு உள்ள விலங்குகளில் மிகுந்து காணப்படுவது கரையாத கறுப்பு அல்லது பழுப்பு நிறமிகள் அடங்கிய நிறக்கணிமாகும். பெரும்பாலான மஞ்சள் அல்லது சிவப்பு நிறக்கணிகங்களில் கொழுப்பில் கரையக்கூடிய லிபோகுரோம் நிறமிகள் உள்ளமையால் அவை கொழுப்பு நிறக்கணிகங்கள் (lipophores) எனப்படும். சில நிறக்கணிகங்களில் வேறுபாடான, கொழுப்பில் கரையாத சிவப்பு நிறமிகள் உள்ளமையால் அவை வேறுபட்ட நிறக்கணிகங்கள் (allophores) எனப்படும். ஆழ் மஞ்சள் நிறமுடைய டெரின் என்னும் நிறமியைப் பெற்ற நிறக்கணிகங்கள் ஆழ் மஞ்சள் நிறக்கணிகங்கள் (pterinophores) எனப்படும். இந்நிறமி இயல்பான மஞ்சள் நிறம் உள்ள கரோடினாய்டு நிறமியினின்றும் வேறுபட்டது. சில மீன்களின் செதில்களில் காணப்படும் வெள்ளை அல்லது பளபளப்பிற்குக் காரணம் குவானின் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டமையால், அனைத்து வெள்ளை, பகட்டு நிறக்கணிகங்களும் பகட்டு நிறக்கணிகங்கள் (guanophores) எனப்பட்டன. ஆனால் இத்தகைய செதில்களில் உள்ள வேதிப்பொருள், குவானின் தானா என்பதில் ஐயம் உள்ளது. மீன் செதில்களில் உள்ள வெள்ளை அல்லது பகட்டான தன்மைக்குக் குவானின் போன்ற இரட்டை ஒளிவிலகல் தன்மை உடைய பியூரின் (purine) பொருள்கள் காரணமாகின்றன. இதைப் போலவே முதுகெலும்பற்ற பல விலங்குகளில் காணப்படும் கறுப்பு நிறக்கணிகங்கள், மெலனின் பொருள் இராமல், ஆம்மோகுரோம் என்னும் நிறமியைப் பெற்றுள்ளன என்பது ஆராய்ச்சி மூலம் தெளிவாகிறது.

அமைப்பும் செயலும். விலங்குகள் கருவளர் முறையின்போது அமீபா போன்ற செல்களில் இருந்து, கறுப்பு, சிவப்பு, மஞ்சள் நிறக்கணிகங்கள் வேறுபாடு அடைகின்றன. முன்பு கூறப்பட்ட கருத்துக்களுக்கு மாறாக, இத்தகைய நிறக்கணிகங்களைக் கொண்ட செல்கள், விலங்குகள் முதிர்ச்சியடையும்போது போலிக்காலிகளைப் (pseudopodia) போலச் செல்களில் இருந்து எப்போதும் நீட்சியடைவதோ சுருங்குவதோ இல்லை என்னும் கருத்து தற்பொழுது அனைவராலும் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. மேலே கூறிய நிறமிகளின் கிளைத்த அமைப்பும், அவற்றின் நுண்மணி நிறமிகளும் பல பகுதிகளிலும் விரவியுள்ளன. நிறக்கணிகச் செல்களின் கிளைகளில் காணப்பட்ட கறுப்பு நிறமிகள் தம் நிறமிகளை இழந்து, அதனால் ஒளி ஊடுருவிச் செல்லும் தன்மை பெற்று, பொதுவாக நுண்ணோக்கியால் காண இயலாதபடி அமைந்துள்ளன. செல்களிலுள்ள நிறமிகள், செல்களின் மையப் பகுதியில் கூட்டமாக இணைந்து உருண்டைப் பொருளாகக் காட்சியளிக்கின்றன. இத்தகைய செறிவுற்ற நிறமிக் கூட்டத்தின் அருகில் கிளையின் முடிவில் நியூக்ளியஸ் காணப்படும். சில கறுப்பு நிறக்கணிகச் செல்களில் ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட நியூக்ளியஸ்கள் அமைந்திருக்கும். அமைப்பு நுணுக்கத்தில் ஏனைய நிறங்களைப் பெற்ற நிறக்கணிகங்கள் கறுப்பு நிறக்கணிகங்களை ஒத்துள்ளன; ஆனால் மஞ்சள் நிறக்கணிகங்களில் உள்ள நிறமிகள் நுண்மணி அமைப்புப் பெறாமல், நீர்ம அமைப்பில் உள்ளன.

ஒளிவிலகு நிறக்கணிகங்களில் ஒளி விலகிச் செல்லும் நிறமி, படிகத்தாலானது. சிறு தட்டுகள் பளபளப்பான கணிகத்தில் அவற்றின் பெரிய அளவு, ஒழுங்கான உருவம், வரிசையமைப்பு ஆகியவற்றால் ஒளிர்வு பெற்றுப் பளபளப்பாகத் தோன்றுகின்றன. மேலும் இவற்றில் மிகவும் நுண்ணிய ஒழுங்கற்ற ஒளிச் சிதறல் செல்லும் துகள்களினால் வெள்ளை நிறக்கணிகங்கள் வெண்மை நிறம் பெற்றுள்ளன. பெரும்பாலான முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளின் நிறக்கணிகங்கள் தனி நிறமியினால் உண்டாகிய தனி வண்ணம் உடையவை; ஆனால் சில நிறக்கணிகங்களை நுண்ணிய முறையில் ஆய்வு செய்தபோது, அவற்றில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நிறமிகள் காணப்பட்டன. பொருக்கு மேலோடு பெற்ற நத்தையின் விலங்குகளில் ஒரு நிறக்கணிகத்தில் இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் உள்ள வெவ்வேறு விதமான நிறமிகள் உள்ளன என்றும், அவை செல்களில் அமைந்துள்ள பகுதிகளிலும், கிளைகளிலும் தனித்தனியாகச் செயல்படுகின்றன என்றும் அறியப்பட்டது. ஒரு சிலவற்றில் உள்ள நிறக்கணிகங்கள் கூட்டு நிறக்கணிகங்களாக (chromotosomes) ஒவ்வொன்றிலும் இரண்டும், மேற்பட்ட எண்ணிக்கையிலும் நிறக்கணிகங்களைப் பெற்றுள்ளன.

இத்தகைய கூட்டு நிறக்கணிகங்கள் மீன்களில் இயல்பாகக் காணப்படும்.

செல் சைட்டோப்பிளாசத்தின் கூழ்ம நிலை மாறுதலால், நிறக்கணிக விளைவுச் செயல் ஏற்படுகிறது. கறுப்பு நிறக்கணிகங்களிலுள்ள கறுப்பு நிறத் திரள்மணிகள் சைட்டோப்பிளாசத்தின் கூழ்ம, நீர்ம நிலை மாற்றத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. நீர்ம நிலையில் உள்ள சைட்டோபிளாசத்தில் திரள்மணிகள் நகர்வதும், கூட்டுச்சேருவதும் புரத வளையமைப்புக் கூழாதல், சுருங்குதல் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமைகின்றன. நிறக்கணிகங்களில் நடைபெறும் கிளைகாலார் பகுப்பு, ஆக்சிஜனேற்ற வளர்சிதை மாற்றம் ஆகியவை மேலே கூறிய சைட்டோப்பிளாச நிலை மாற்றத்திற்குத் தேவையான ஆற்றல் மாறுதல்களில் எவ்வாறு பங்கேற்கின்றன என்பதை ஹார்மோன், மருந்து ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்திச் செய்த ஆய்வுகள் வழி அறியலாம். ஒளி நுண்ணோக்கியில் கண்டுபிடித்த நிறக்கணிகம் பற்றிய உண்மைகள் எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியால் கண்டபோது உறுதி செய்யப்பட்டன. நிறக்கணிகங்களின் திரள்மணி, சவ்வு, அகப்பிளாசவலை, மைட்டோகாண்டிரியா ஆகியவற்றின் நுண்ணமைப்பு அவற்றின் செயல்முறைகளுக்கு ஏற்றவாறு அமைந்துள்ளமை அறியப்பட்டது. கொல்லி மீனில் உள்ள கறுப்பு நிறக்கணிகத்தில் உள்ள கறுப்புத் திரள்மணிகள் குறிப்பிட்ட செல் கிளைகளில் நகர்கின்றன என்றும், அந்தக் கிளைகளுக்கு நுண்குழல்கள் அடிப்படையாகவும், நிறமிகளுக்கு வழிகாட்டியாகவும் விளங்குகின்றன என்றும் அறியப்பட்டுள்ளது.

நிறமிச் செயலைப் பாதிக்கும் காரணிகள். நிறக்கணிகங்களில் உள்ள நிறமிகளின் பரவல், சுருங்குதல் ஆகிய செயல்களுக்கு ஒளி, சிறப்புக் காரணமாக இருந்தபோதிலும், ஏனைய சூழ்நிலைக் காரணிகளும் மேற்கூறிய மாறுதலை ஏற்படுத்துகின்றன.

நரம்புத் தூண்டல். பார்வை போன்ற தூண்டுதல்கள் நரம்புச் செல்களில் கிளர்ச்சியை உருவாக்கி, அதனால் கறுப்பு நிற நிறமிகள் செறிவடைந்து ஒரு கிளர்ச்சி வெளிறிய நிறத்தைப் பல மீன்களிலும், ஊர்வன விலங்குகளிலும் தோற்றுவிக்கும். இதனால் கறுப்பான அல்லது புள்ளிகளோடு கூடிய பல நிறங்கள் அமைந்த மாறுதல் சில மீன்களிலும், ஊர்வன விலங்குகளிலும் தோற்றுவிக்கும். இதனால் கறுப்பான அல்லது புள்ளிகளோடு கூடிய பல நிறங்கள் அமைந்த மாறுதல் சில மீன்களிலும், ஊர்வன விலங்குகளிலும் காணப்படும்.

ஈரப்பதம். ஈரப்பதம் நிறக்கணிகத்தில் மிகவும் குறைந்த அளவு பொது விளைவை ஏற்படுத்துகிறது. எனினும் தவளைகளிலும், கோல் பூச்சியிலும், வறள் சூழலில் வெளிறியும், ஈரச் சூழலில் கரு நிறமாகவும் நிறக்கணிகங்கள் அமைகின்றன.

வெப்பநிலை. முதுகெலும்பு உள்ளவையில், குறிப்பிட்ட இயல்பான வரிசையில் வெப்பநிலை, நிறக்கணிகத்தில் எவ்வித மாறுதல்களையும் ஏற்படுத்துவதில்லை. ஆனால் 30-35^{0}C வெப்பநிலைக்கு மேலே பாம்பு போன்ற குளிர்குருதி உடைய முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளில் கறுப்பு நிறமியின் செறிவு மிகுவது கண்டறியப்பட்டது. கறுப்பு நிறக்கணிகங்களில் உள்ள கறுப்பு நிற மெலனின் நிறமிகள் 1-5^{0}C வெப்பநிலையில் சிதறிவிடுகின்றன. பச்சோந்தி போன்றுள்ள பல்லிகள், ஊர்வன விலங்குகளுள் சில பாம்புகள், நிலநீர் வாழ்வனவற்றுள் பொதுவாகக் காணப்படும் தவளை, உடும்பு போன்றவற்றிலும் நீர்வாழ்வனவற்றுள் சிலவகை மீன்களிலும் கறுப்பு நிறமிகள் சிதறிவிடுகின்றன. இம்மூவகை விலங்குத் தொகுதிகளுள்ளும் ஒரு சில விலங்குகள் விதிவிலக்காகக் காணப்படுகின்றன. சில வகை வெட்டுக்கிளிகளில் உள்ள நிறமாற்றம் இரண்டு விதமான நிறமிகள் எதிரெதிர்த் திசைகளில் நகர்வதால் ஏற்படுகிறது. இந்தச் செயல், வெப்பநிலையால் பாதிக்கப்படுகிறது; ஆனால் ஈரப்பதம், ஒளி, பார்வைப்புலம் ஆகியவற்றால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. 15^{0}C வெப்பநிலைக்குக் கீழே நிறமிகள் கறுப்பு நிறமும் 25^{0}C வெப்பநிலைக்கு மேலே பசுமை கலந்த நீல நிறமாகவும் மாறிக் குறைந்த அளவு வெப்பத்தைத் தக்கவைத்து, அதிக அளவு ஒளியினை ஒளி விலகச் செய்யும்.

ஒளி. சில சமயங்களில், கண்களின் உதவி இன்றியும், ஒளி நிறமிகளைப் பாதிக்கிறது. பொருக்கு ஓடு பெற்ற நத்தை இனங்களில், ஒளி நேரிடையாக நிறக்கணிகங்களைப் பாதித்து, பார்வையற்ற விலங்குகளில் தன்னிச்சையான விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கும். பேரொளியில் கறுப்பு, வெள்ளை நிறமிகள் சிதறிவிடுகின்றன. முற்றிலும் இருளில் அவை செறிவடைகின்றன. பல நீர்நில வாழ்பவை, மீன், ஊர்வன விலங்குகள் ஆகியவற்றைக் குருடாக்கிய பிறகு அல்லது நரம்புகள் இராதபோது அல்லது கரு வளர் முறையில் பார்வை உண்டாவதற்கு முன்பு மேற்காணுமாறு கறுப்பு நிறக்கணிகங்கள் ஒளிக்கு ஈடுகொடுக்கின்றன. சில சமயங்களில் ஒளி நேரிடையாக மாற்றம் உண்டாக்காமல், விலங்குகளின் தோல் அல்லது மூளையில் உள்ள பீனியல் பாடி (pineal body) என்னும் உறுப்பிலுள்ள ஹார்மோன்களைத் தூண்டி நிறக்கணிகங்களில்

மாறுதலை ஏற்படுத்துகிறது. இவ்வகையான விளைவு படிமலர்ச்சிக் கீழ்நிலையில் உள்ள முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளான லாம்பிரியன் கருவளர் நிலையிலும் காணப்படுகிறது. சில பல்லி, மீன்களில் ஒளியால் நிறக்கணிகங்கள் செயல்படுவதற்கு மேற்கூறிய செயல்முறை பொருந்துகிறது.

பார்வைப் பின்னணி. விலங்குகளின் கரு வளர்ச்சியின்போது நிறக்கணிகச் செயலைப் பாதிக்கும் சிறப்புக் காரணி ஒளியே ஆகும். விலங்குகளின் கண்களைச் சுற்றியுள்ள இடங்களிலிருந்து அல்லது விலங்குகளின் பின்னணியிலிருந்து ஒளி அவற்றின் கண்களினுள் நுழைகிறது. விலங்குகளின் தலைக்கு மேலிருந்து அல்லது வானத்திலிருந்து நேரிடையாக ஒளி கண்களில் படுவதைப் பொறுத்து, பின்னணி ஒளிக்கு ஈடுகொடுக்கும் தன்மை அமைகிறது. வெளிறிய ஒளிப் பின்னணியில் அதாவது விலங்குகளின் மேல் பட்ட ஒளியின் பெரும்பகுதி சிதறி, விலகிச் செல்லும்போது, கறுப்பு நிறக்கணிகங்களில் நிறமிச் செறிவு உண்டாகிறது; வெள்ளை நிறக்கணிகங்களில் நிறமிகள் சிதறிவிடுகின்றன; இருண்ட அல்லது ஒளி உறிஞ்சக்கூடிய பின்னணியில் எதிரிடையான விளைவுகள் உண்டாகின்றன. மேலும் குறிப்பிட்ட நிறத்திற்கு உரிய தகவமைவு மாறுதல், நிழல் நிறச் சாயலுக்கு மாறுபாடான நிறக்கணிகங்களின் ஈடுகொடுக்கும் தன்மை பல இனங்களில், குறிப்பாக, தெளிவான வடிவமைப்புக் குறியீடுகள் அற்ற ஒரேவகைப் பின்னணி வண்ணம் உடைய வாழ்விடங்களில் வாழும் பொருக்குப் போன்ற ஓடுகளுடைய பத்துக்காலி நத்தையின் விலங்குகளிலும், எலும்பு மீன்களிலும் காணப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, தொடக்கத்தில் ஒரே வகையாக உள்ள இறால், கொல்லி மீன் ஆகியவற்றைச் சம அளவு நிறச்சாயல் உடைய சிவப்பு, பச்சை, ஆழ் மஞ்சள், இளம் நீலம் என்னும் மாறுபாடான நிறங்களைப் பெற்ற பின்னணி வண்ணங்களில் வைத்தபோது, அந்த விலங்குகள் 3 மணி நேரத்தில் அவற்றின் பின்னணி நிறத்தையே பெற்றன. இத்தகைய நிற மாறுதல்கள் உண்டாகும்போது, மாறுபட்ட நிறக்கணிகங்கள் ஒன்றோடொன்று தொடர்பின்றித் தன்னிச்சையாக ஈடுகொடுக்கின்றன. இவ்வாறு மஞ்சள் நிறக்கணிகங்கள் மஞ்சள் அல்லது பழுப்புப் பின்னணி வண்ணங்களுக்கு ஈடுகொடுக்கும் தன்மையால் அவற்றில் உள்ள நிறமிகள் சிதறிவிடுகின்றன. ஆனால் நீல நிறப் பின்னணி வெளிறியதாக அல்லது இருண்டதாக இருப்பினும், மஞ்சள் நிறக் கணிகங்களில் உள்ள நிறமிகள் செறிவடைகின்றன. கறுப்பு நிறக்கணிகங்கள் அவற்றின் பின்னணி வண்ணங்களையே ஏற்கின்றன.

நாள்முறையிலான சந்தம். நாள்முறையிலான சந்தம் (diurnal rhythm) பெற்ற நிறமி இயக்கம் நிலையான இருளில் காணப்படுகிறது; நிலையான ஒளியிலும் அதைக் கண்டுபிடிக்க இயலும். ஏனெனில் பகலில் அத்தகைய நிறமி இயக்கம் மெதுவாக அல்லது குறைவாக நடைபெறுகிறது. இரவில் வெள்ளைப்பின்னணி வண்ணத்திற்கு நிறக்கணிகத்தகவமைவு பெறுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, மண்ணில் வாழ்கின்ற நண்டு நிறமிகளின் சந்த இயக்கத்தால் பகலில் கறுப்பு நிறமும், இரவில் வெளிறிய நிறமும் பெறுகிறது. இதனால் ஒளியுடைய வெளிறிய அல்லது இருள் பின்னணிகள் பெரும்பாலும் மறைக்கப்படுகின்றன.

நிறக்கணிகக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள். நிறக்கணிகக் கட்டுப்பாடு பல விலங்குகளிலும், பலவாறாக நடைபெறுகிறது. பச்சோந்தி, எலும்பு மீன்களில் இது நரம்புகளாலும், ஏனைய விலங்குகளில் ஹார்மோன்களாலும் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

இணைக்காலிகள். பொருக்கு ஓடு பெற்ற நத்தையினங்களிலும், பூச்சிகளிலும், நிறக்கணிக ஈடுகொடுக்கும் தன்மை மறைமுகமாக அவற்றின் குருதியிலுள்ள ஹார்மோன் அளவைப் பொறுத்து அமைகிறது. இத்தகைய ஹார்மோன்கள் பார்வை அல்லது ஏனைய தூண்டுதல்கள் நரம்பு அமைப்பால் கொண்டு செல்லப்பட்ட பிறகு ஏற்படும். மாறுபாடான பல நிறக்கணிகங்களில் உள்ள நிறமிகளைச் சிதறச் செய்வதற்கும், செறிவு அடையச் செய்வதற்கும் ஏற்ற மூன்றும், மேற்பட்ட பொருள்களும் நரம்பால் சுரக்கப்பட்டு, அவை குறிப்பிட்ட நரம்புச் செல்களின் இழை நுனிகளிலிருந்து குருதிக் குழாய்களில் விடப்படுகின்றன. நண்டு போன்ற பொருக்கு ஓடு பெற்ற பத்துக்காலிகளில் இரண்டு பொருள்கள் கண்களுக்கு அருகிலுள்ள குழியிலிருந்தும், மற்றொரு பொருள் மூளை இணைப்புப் பகுதியிலிருந்தும் சுரக்கப்படுகின்றன.

முதுகெலும்பு உடையவை. முதுகெலும்பு உள்ளவற்றில் காணப்படும் சில வகை எலும்பு மீன், கொம்புத் தேரைப் பல்லி போன்ற ஊர்வன விலங்குகளிலும், குருதி சார்ந்த நிறக்கணிக ஹார்மோன்களும், நரம்பு நாரிழைகளும் நேரிடையாகக் கறுப்பு நிறமிகளின் உற்பத்தியை ஊக்குவிக்கின்றன. அனோலிஸ் எனும் பல்லி, தவளை, தேரை போன்றவற்றில் நிறக்கணிகங்களுக்கு நேரிடையான நரம்பிணைப்பு உள்ளமைக்கான சில சான்றுகள் இருந்தபோதிலும், இத்தகைய விலங்குகள், நீர்நில வாழ்பவற்றின் நிறமாறுதல்களால் சிறப்பாக

ஹார்மோன்களால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டன. சில்லியம் என்னும் நாய்மீன், லாம்ப்பிரி, ஸ்கேட் போன்ற படிமலர்ச்சிக் கீழான முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளில் ஹார்மோன்கள் நிறக்கணிகங்களைக் கட்டுப் படுத்துகின்றன. இதற்கு எதிரிடையான புற இறுதியாக, மிக விரைவில் நிறமாறுதல் அடையும் ஃபண்டுலஸ் என்னும் கொல்லி மீன், பச்சோந்தி போன்றவற்றின் நிறக்கணிகங்களின் மாறுதல்களுக்கு முற்றிலுமாக அல்லது பெரும்பான்மையாக நரம்புகளின் தூண்டுதலே காரணமாகிறது. விரைந்து செயல்படாத ஹார்மோன் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பைவிட இது மிகவும் அண்மையில் உண்டாகிய படிமலர்ச்சிச் சிறப்பாகும். பொதுவாக முதுகெலும்புடைய நிறக்கணிக மாறுதலுக்கு உரிய நரம்புகள் நிறமிச் செறிவு பெற்றவை; ஆனால் சில சமயங்களில் நிறமிகளைச் சிதறச் செய்யும் நரம்புகளும் உள்ளன. இத்தகைய பண்பு, பகுதி ஹார்மோன் அமைப்பும், முற்றிலுமாக நேரிடையான நரம்புக்கட்டுப்பாட்டு அமைப்பும் கொண்ட சில இனங்களை உள்ளடக்கிய எலும்பு மீன்களில் காணப்படுகிறது.

நிறமிச் சிதறலுக்கு உரிய நரம்புகள் கோலின் (cholin) ஆற்றலால் செயல்படுகின்றன; அதாவது அவை அசிடில்கோலின் (acetylcholin) என்னும் நரம்பு ஹார்மோனால் ஊக்கப்படுத்தப்படுகின்றன. பெரும்பாலான நிறமிச் செறிவுடைய நரம்புகள் சிறுநீரக ஆற்றலால் சுரக்கப்படுவன; இதன் விளைவு சிறுநீரக ஹார்மோன் பொருளை நரம்புகள் சுரப்பதால் ஏற்படுகிறது. முதுகெலும்பு உடையவற்றில் காணப்படும் நிறக்கணிக மாறுதலைக் கட்டுப்படுத்துவது இன்டர்மெடின் என்னும் ஹார்மோன் ஆகும். அனைத்து இனங்களிலும் இன்டர்மெடின் ஹார்மோன் பிட்யூட்டரிச் சுரப்பியின் இடைப்பட்ட அல்லது பின்புற மடலிலிருந்து உற்பத்தியாகிறது. பன்றியில் இருந்து எடுக்கப்பட்ட ஹார்மோனில் பல அமினோ அமிலக் கோவைகள் உள்ளன; அதன் ஒரு பகுதி பிட்யூட்டரிச் சுரப்பியின் முன்மடலிலுள்ள சிறுநீரகப் புறணியை ஒழுங்குபடுத்தும் ஹார்மோனை ஒத்துள்ளது. பல இனங்களில் இன்டர்மெடின் ஹார்மோன் நிறமிகளில் சிதறலை உண்டாக்குகிறது. இதற்கு எதிரிடையான விளைவைத் தரும் மற்றொரு ஹார்மோன் எலும்பு மீன்களின் பிட்யூட்டரிச் சுரப்பியின் ஏனைய திசுக்களில் காணப்படும்; இவ்வகை ஹார்மோன், நீர்நில வாழ் விலங்குகளிலும், எலாஸ்மோபிராங்க் (Elasmobranch) விலங்குகளிலும் காணப்படும். ஆசியப் பூனை மீன்களில் செய்த ஆய்வுகள் மூலம், சில பிட்யூட்டரிச் சுரப்பி ஹார்மோன்களைப் போல, அந்த ஹார்மோனும் மூளையின் அடிப்பகுதிச் செல்களில் சுரந்து, சுரப்பியின் இழை நுனிகளிலிருந்து விடுவிக்கப்படுவது அறியப்பட்டது.

இன்டர்மெடின் செயலுக்கு எதிர்ச்செயல் புரிவது அட்ரீனலின் என்னும் ஹார்மோன் ஆகும். இது கொம்புத் தேரைகளில் உள்ள நிறக்கணிகங்களின் செறிவைத் தூண்டுகிறது. எலும்பு மீன்களிலும், சில நீர்நில வாழ் விலங்குகளிலும் அட்ரீனலினை ஊசி மூலம் செலுத்தினால் இதே விளைவு உண்டாகிறது; ஆனால் ஏனைய விலங்குகளில் இது எதிர்விளைவை ஏற்படுத்துகிறது. இரண்டு செயல்களின்போதும் அட்ரீனலின் எவ்வாறு நிறக்கணிகங்களின் மாறுதலைக் கட்டுப்படுத்துகிறது என்பதை மெய்ப்பிப்பது கடினம்; ஏனெனில் அட்ரீனலின், நரம்புகளிலிருந்து வேதிப் பொருள்களைக் கடத்துவது சிக்கலாக அமைகிறது. முதுகெலும்புடைய விலங்குகளின் சிவப்பு, மஞ்சள், வெள்ளை நிறக்கணிக மாறுதல் பற்றி ஒரு சில ஆய்வுகளே மேற்கொள்ளப்பட்டன; ஆனால் கிடைக்கக்கூடிய புள்ளி விவரங்களிலிருந்து இத்தகைய நிறமாறுதல் கறுப்பு நிறமிகளின் நிறமாறுதலைப் போன்ற கட்டுப்பாட்டு அமைப்புப் பெற்றுள்ளது எனக் கருதப்படுகிறது. மாறுபாடான நிறக்கணிகக் கட்டுப்பாடு, இனங்களுக்கு ஏற்றபடி மாறுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, ஃபண்டுலஸ் ஹிட்ரோகுளிடஸ் என்னும் கொல்லி மீனில் உள்ள மஞ்சள் நிறக்கணிகங்கள், கறுப்பு நிறக் கணிகங்களைப் போலப் பிட்யூட்டரிச் சுரப்பியின் நிறமி சிதறச் செய்யும் ஹார்மோனால் மாறுதல் அடைகின்றன. மேற்கூறிய இனத்திற்குப் பெரிதும் உறவுமுறை உடைய ஃபண்டுலஸ் பேரினத்தின் பிறிதோர் இனத்தில் இதே வகையான ஹார்மோன்களால் நிறக்கணிக மாறுதல் ஏற்படுகிறது. ஆனால் அது நரம்புகளால் கறுப்பு நிறக்கணிகங்களைவிடக் குறைந்த ஆளுமை பெற்றுள்ளது. இவ்விரண்டு இனங்களிலும் உள்ள வெள்ளை நிறக்கணிகங்கள், வெளிறிய அல்லது இருள் பின்னணி வண்ணத்திற்கு, கறுப்பு நிறக்கணிகங்களைவிட மெதுவாக ஈடுகொடுக்கின்றன. இவை கறுப்பு நிறக்கணிகங்களின் ஈடுகொடுக்கும் தன்மையை மருந்துகளால் தடை செய்தபோதும், மேற்கூறிய விதத்தில் பிட்யூட்டரிச் சுரப்பியின் சுரக்கும் தன்மைக்குத் தன்னிச்சையாக ஈடுகொடுத்து, நிறக்கணிகங்களில் நிறமாறுதல்களை உண்டாக்குகின்றன.

செயலியல் நிறமாறுதல். பார்வை அல்லது ஏனைய தூண்டுதல்களால் ஏற்படும் தராதர நிலைமாறும் நிறமாறுதல், நிறமி விளைவுச் செயல் அல்லது விலங்கில் முன்பே அமைந்திருந்த நிறக்கணிகங்களின் இயங்கு தன்மை பெற்ற நிறமிகளின் மறு பரவல் ஆகியவை செயலியல் நிறமாறுதல் எனப்படும்.

அமைப்பியல் நிறமாறுதல். செயலியல் நிறமாறுதலுக்கு மாறாக, அமைப்பியல் நிறமாறுதலில், எப்போதும் நிலைத்திருக்கும் நிறமிகளின் அளவில் மாற்றம்

உண்டாகிறது. இது, மொத்த எண்ணிக்கையிலான நிறக்கணிகங்களின் மிகுதி அல்லது குறைவால் ஏற்படுகிறது. மேலும் நிறக்கணிகங்களின் சேர்க்கை அழிவதாலும் முன்பு காணப்பட்ட நிறக்கணிகங்களில் இருந்த நிறமிகள் அழிந்துவிடுவதாலும், சிலசமயம் இரண்டு செயல்களாலுமே உண்டாகிறது. இவ்வாறு அளவீடு செய்யக்கூடிய மாறுதல்கள் சில, ஒரேவகைச் சூழலில் தொடர்ந்து நீண்ட காலத்திற்கு உள்ளமையால் குருதியின் ஹார்மோன் அளவில் இவை ஈடுபடுத்தப்பட்டு, செயலியல் நிறமாற்றம் உண்டாக்கப்படுகிறது.

ஒரு குறிப்பிட்ட நிறப்பின்னணி வண்ணத்தில் ஒளிர்வு பல நாள்கள் தொடர்ந்து ஈடுபடுத்தப்பட்டபோது, எலும்பு மீன்களின் பல இனங்கள், ஏறக்குறைய அந்தக் குறிப்பிட்ட நிறத்தையே பெற்றுவிடுகின்றன. நிறக்கணிகங்களில் உள்ள நிறமிகள் தகுந்த அமைவிடங்களில் அமைக்கப்பட்டபோது, இத்தகைய நிறமாற்றம் ஒரு சில நொடி அல்லது ஒரு மணி நேரத்தில் நடைபெறுகிறது. முதலிலுள்ள நிறம், எண்ணிக்கை அல்லது பல மாறுபாடான நிறக்கணிகங்களின் உட்பொருளினால் மிகைப்படுத்தப்படுகிறது. இத்தகைய மாறுதல் குறிப்பிட்ட கறுப்பு நிறக்கணிகங்களுக்கு மட்டுமல்லாமல், ஏனைய மஞ்சள், ஒளி விலகச் செய்யும் இடைப்பட்ட நிலையிலுள்ள ஒளி விலகு நிறக்கணிகங்களிலும் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. கொல்லிச் செல்கள் நிறமிகளை உட்கொள்வதாலும், நிறமிகள் புறத்தோலின் மூலம் வெளியேறுவதாலும் கறுப்பு, மஞ்சள் நிறக்கணிகங்களில் சிதைவு ஏற்படுகிறது. அமைப்பு நிறமாறுதல் பெறும் பல விலங்குகளில் செயலியல் நிற மாறுதல் உண்டாவதில்லை. முன்னேற்றம் பெற்ற படிமலர்ச்சியின் விளைவாகச் செயலியல் நிறமாற்றம் ஏற்படுகிறது.

மரபியல். பல மாறுபட்ட விலங்குகளிலும், நிறமிகளின் சேர்க்கைத் திறன் மாறுபடுகிறது. நிறக்கணிகங்களின் வகை, அவற்றின் குறிப்பிட்ட அளவு, அமைப்பு ஆகியவை பெரிதும் மாறுபடுகின்றன. விலங்குகளின் உடலில் நிறக்கணிகங்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் குறிப்பிட்ட வடிவமைப்பும், அவற்றின் பரவலும் விலங்கிற்கு விலங்கு மாறுபடுகிறது. இத்தகைய பண்புகள் மெண்டலின் கொள்கைப்படி பெற்றோர்களிடமிருந்து சந்ததியிலிருந்து ஜீன்கள் மூலம் கொண்டு செல்லப்பட்டு, பாலினச் செல்களில் தனித்துப் பிரிந்து, அவை கருவில் ஒன்று சேர்கின்றன. நீர்த் தொட்டியில் வளர்க்கப்படும் கலப்புயிரி மீன்களில் காணப்படும் இத்தகைய ஜீன்களின் சேர்க்கையால் மிகையான நிறமி வளர்ச்சி ஏற்பட்டு அதனால் துன்பம் விளைவிக்கக்கூடிய செல் கட்டி உண்டாகிறது.

கருவியல் தோற்றம். கி.பி. 1930ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் செய்யப்பட்ட பல ஆய்வுகளின் விளைவாக, நீர்நிலவாழும் விலங்குகளில் உள்ள கறுப்பு நிறக்கணிகங்கள் நரம்புத்தட்டின் முனையிலுள்ள நரம்பு உச்சியிலுள்ள செல்களிலிருந்து உண்டாயின என்று அறியப்பட்டது. பின்னர் மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வுகளிலிருந்து மீன், பறவை, பாலூட்டி ஆகிய அனைத்து முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளிலும் உள்ள நிறமிகள் யாவும் முதலில் மேலே கூறப்பட்ட பகுதியிலிருந்து தோன்றிப் பிறகு முதிர்ச்சியடைந்த விலங்கு உடலின் குறிப்பிட்ட பகுதிகளான தோல் அல்லது ஆழ் திசுக்களுக்குச் செல்கின்றன என அறியப்பட்டது. நரம்பு முடிப்பகுதி என்பது முதுகெலும்புள்ள கருக்களில் காணப்படும் சிறப்புப் பண்பு ஆதலால், இவற்றிலும் முதுகெலும்பற்ற பல விலங்குகளிலும் காணப்படும் நிறக்கணிகங்களில் பல ஒற்றுமைகள் உள்ளமையால், இது செல் மட்டத்தில் ஏற்பட்ட குவிப்படிமலர்ச்சிக்குச் (convergent evolution) சிறந்த எடுத்துக்காட்டாக விளங்குகிறது.

செயல் சிறப்பு. ஆக்டோபஸ் தன்னிடம் மறைத்து வைத்துள்ள மாறும் நிறத்தால் அதன் இரைகளையும், எதிரிகளையும் குழப்பித் திக்குமுக்காடச் செய்கிறது என்று அரிஸ்டாட்டில் கண்டார். சில விலங்குகளில் காணப்படும் நிறமாறுதலுக்கு உரு மாறாட்டத்தின் மூலம் பிழைக்கும் வாய்ப்பு ஏற்படுகிறதென்று நவீன ஆய்வுகள் உறுதிப்படுத்துகின்றன. விலங்குகள் தம் பின்னணி வண்ணத்திற்குத் தகுந்தவாறு நிறம் மாறும் தகவமைவு பெறுவது அவற்றின் இரையை மறைந்திருந்து பெறவும், அவற்றின் கொன்றுதின்னிகளிடமிருந்து தப்பிக்கவும் உதவுகிறது.

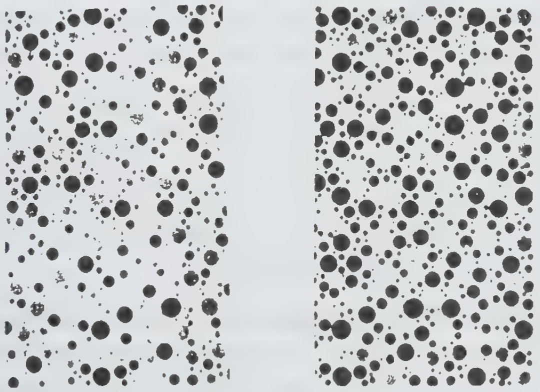
மீன், ஊர்வன, முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளில், ஆண் விலங்கு பெண்ணுடன் இணைவதற்கு முன் தற்காலிக நிற வெளிப்பாடுகளைப் பெற்றிருக்கும். பல முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளில் பாலினத்திற்கு எனக் குறிப்பான வகையில் ஒளிர்வு உள்ள, கலப்பிற்கு ஏற்ற நிறமடையும். ஆனால் நிறக்கணிகங்கள் ஒளியை உறிஞ்சி அல்லது மறைத்து அடிப்படைப் பணியைச் செய்யப் பயன்படும். மிக அதிக ஒளியிலிருந்து விலங்குத் திசுக்களைப் பாதுகாக்க நிறமிகள் உதவுகின்றன. பல ஊர்வன விலங்குகள் தம் உறிஞ்சும் பரப்பை அதிகரித்து அதன் மூலம் தேவையான வெப்ப இழப்பை ஈடுசெய்து கொள்கின்றன; மேலும் தம் நிறக்கணிகங்களின் பரப்பைக் குறைத்து, அதனால் அதிக அளவு ஒளியை எதிர்பலித்து உயர் வெப்பநிலையிலிருந்து தம்மைக் காத்துக் கொள்கின்றன.

- கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

நிறக்குருடு

அனைத்து நிறங்களையும் தனித்தனியே கண்டு உணர்ந்து சொல்ல முடியாத நிலைக்கு நிறக்குருடு என்று பெயர். நிறங்களைக் கண்டு உணரக்கூடிய ஆற்றல் குறிப்பிட்ட பார்வைச் செல்களுக்கு (visual cells) மட்டுமே உண்டு. கூம்புச் செல்கள் எனப்படும் இவை கண்ணுக்குள்ளிருக்கும் விழித்திரையில் (retina) இருக்கின்றன.

அனைத்து நிறங்களையும் நன்கு கண்டுணரக்கூடிய மனிதனுடைய விழித்திரையில் நிறத்துகள்களின் அடிப்படையில் மூன்று வகையான கூம்புச் செல்கள் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு கூம்புச் செல்லும் உணர்ச்சியும், வெவ்வேறு நிறத்துகள்களும் கொண்டது. சிவப்பு நிறத்தைச் சிறந்த முறையில் உணரும் கூம்புச் செல்களில் எரித்ரோலேப் என்னும் நிறத்துகள்களும், நீலநிறத்தைச் சிறந்த முறையில் உணரும் கூம்புச் செல்களில் சையனோலேப் என்னும் நிறத்துகள்களும், பச்சை நிறத்தைச் சிறந்த முறையில் உணரும் கூம்புச் செல்களில் குளோரோலேப் என்னும் நிறத்துகள்களும் இருக்கின்றன. நிறக்குருட்டுத் தன்மையுடைய மனிதர்கள் ஒருவகைக் கூம்புச் செல் இராதோராக இருப்பர்; சிலசமயம் இரண்டு வகைக் கூம்புச் செல் இராதோராகவும் இருப்பர் அல்லது அனைத்து வகைக் கூம்புச் செல்களும் பெறாதோராய் இருப்பர். கூம்புச் செல்கள் இருந்தாலும் அவை முழுமையாகச் செயல்படாமல் இருக்கும்.



1   2

1. நீலமும் மஞ்சளும் காண இயலாதோர்

2. சிவப்பும் பச்சையும் காண இயலாதோர்

கண்பார்வையை ஆய்தல்

மக்கட் தொகையில் ஏறக்குறைய 4% மனிதர் நிறக்குருடு கொண்டுள்ளனர். இவர்களில் சிவப்பு, பச்சை நிறக்குருடர்களே மிகுந்து காணப்படுகின்றனர். சிவப்பு நிறப் பார்வையற்றவருடைய விழிகளில் சிவப்புநிற உணர்வை உண்டாக்கும் கூம்புச் செல்கள் மிகக் குறைவாக இருக்கும். பச்சை நிறப் பார்வையற்றவருடைய விழிகளில் பச்சைநிற உணர்வை உண்டாக்கும் கூம்புச் செல்கள் மிகக் குறைவாக இருக்கும். நிறக்குருடு உடையவர்களில் பெரும்பாலோர் இரண்டு நிறங்களை மட்டுமே உணரக்கூடியவர்களாக இருப்பர். இவ்வகை நிறக்குருடு கொண்டவர்களால், மஞ்சள் மற்றும் நீல நிறத்தை மட்டுமே பார்க்க இயலும். இவர்கள் சிவப்புடன் பச்சை நிறத்தையும் பார்த்துக் குழப்பமடைவர். சிவப்புநிறம் அல்லது பச்சை நிறத்துடன் மஞ்சள் நிறத்தையும் பார்த்துக் குழம்புவர்.

மிகக் குறைந்த சிலரே அனைத்து நிறங்களையும் பார்த்து உணரமுடியாத உண்மையான நிறக்குருடு உடையவராக இருக்கின்றனர். இவர்களால் மங்கலான வெள்ளை, சாம்பல், கறுப்பு நிறங்களை மட்டுமே பார்க்க முடியும்.

நிறக்குருடால் பெண்களைவிட ஆண்களே மிகுதியும் பாதிக்கப்படுகின்றனர். நூறு ஆண்களுக்கு எட்டுப் பேரும், இருநூறு பெண்களுக்கு ஒரு பெண்ணும் நிறக்குருடராக உள்ளனர்.

நிறக்குருட்டுத் தன்மைக்கு மருத்துவம் இல்லை. மனிதரைப் போலப் பூனை, நாய், குதிரை போன்ற விலங்குகளால் பெரும்பாலும் அனைத்து நிறங்களையும் பார்க்க முடியாது. ஆனால் அவற்றின் கண்கள் குறையற்றவையாக, இயல்பாக இருக்கும்.

நிறக்குருடு கொண்ட மனிதர்களில் பலர் தம் பார்வையில் குறைபாடு உள்ளது என்பதை உணராமலேயே இருக்கின்றனர். நிறக்குருடு கொண்டோருக்கு அன்றாடப் பணிகளில் தடையுண்டாகிறது. மேலும் இவர்கள் சிவப்பு நிறத்துக்கும், பச்சை நிறத்துக்கும் வேறுபாடு தெரியாதோராக உள்ளமையால் போக்குவரத்துக் குறியீட்டு நிறத்தை உணரமுடியாது இடர்ப்படுகின்றனர்.

தொடர்வண்டி நிலையங்களில் சிவப்பு, பச்சை நிற விளக்குகளையும், கொடிகளையும் பயன்படுத்துவதால் நிறக்குருடு உடையோர் தொடர்வண்டிப் பணிகளில் சேர்க்கப்படுவதில்லை. ராணுவத்தின் பல பிரிவுகளில் நிறக்குருடு உடையோரைச் சேர்த்துக் கொள்வதில்லை. மேலும் நிறக்குருடு, விமானம் ஓட்டுதல், ஊர்தி ஓட்டுதல் போன்ற தொழில்களை மேற்கொள்ளத் தடையாக இருக்கிறது.

நிறக்குருடு என்பது பரம்பரையாக வரக்கூடிய ஒரு நோயாகும். நிறக்குருடு கொண்ட ஒரு மனிதன், நிறக்குருடு இல்லாத நல்ல பார்வை கொண்ட ஒரு பெண்ணை திருமணம் புரிந்தால், அவர்களுக்குப் பிறக்கும் குழந்தைகள் நல்ல பார்வையோடு இருக்கும். இருப்பினும் இவர்களின் பெண் குழந்தைகள் நிறக்குருடின் ஜீன்களை அவர்களுடைய குழந்தைகளுக்குக் கொண்டு செல்கின்றனர். நிறக்குருடு உடைய ஒருவரின் மகள், நிறக்குருடு இல்லாத, நல்ல பார்வை உள்ள, ஒரு மனிதனைத் திருமணம் புரிந்தால் அவர்களுக்குப் பிறக்கும் ஒவ்வோர் ஆண் குழந்தைக்கும் 50-50 நிறக்குருடு தோன்றும் வாய்ப்புண்டு. மேலும் விழித்திரை காயமடைந்தாலோ, பார்வை நரம்புகள் கோளாறு அடைந்தாலோ, கண்ணில் ஏற்படும் நோய் மூலமாகவோ நிறக்குருடு ஏற்படுகிறது.

ஹெ.ஆர்.ஆர். எனச் சுருக்கமாகக் கூறப்படும் ஹார்டி. ரேண்ட் ரிட்லர் (Hardy-Rand-Rittler) ஆய்வும், இஷிகாரா (Ishihara) ஆய்வும் நிறக்குருடின் தன்மையை அறிந்துகொள்ளப் பயன்படுகின்றன. ஆய்வின்போது முக்கோணம், சதுரம் போன்ற வடிவங்களில் பல நிறங்களில் புள்ளிகள் காணப்படும். நிறக்குருடால் பாதிக்கப்பட்டிருக்கும் மனிதன் பல நிறங்களில் இருக்கும் வடிவங்களையும் நிறங்களையும் கண்டு கொள்கிறானா என்பதை மருத்துவர் கண்டறிய மேற்காணும் இரண்டு ஆய்வுகளும் பயன்படுகின்றன.

- செ. மரியதாசைநாதன்

- மு.ப. கிருஷ்ணன்

நிறச்சாரல் பிரிகை

இது நிறத்தின் அடிப்படையில் கலவைப் பொருள்களைப் பகுக்கும் முறையைக் குறிக்கிறது. (chromo - நிறம், graph - வரைபடம்). நிறப்பகுப்பின் வரலாற்றில் முதலிடம் பெறுபவர் மைக்கேல் ஸ்வெட் என்னும் ரஷ்ய நாட்டு அறிவியல் அறிஞர். அவர் 1903ஆம் ஆண்டில் பசுமை நிறமுள்ள இலைகளிலுள்ள கலவைப் பொருள்களைப் பகுத்தெடுத்தார். அவர் கீழ்க்காணும் முறையை இதற்குப் பயன்படுத்தினார். தூளாக்கப்பட்ட கால்சியம் கார்போனேட் நிலைப்படிவு ஒரு கண்ணாடிக் குழலில் நிரப்பப்பட்டது. அடுத்து, கலவைப் பொருள் குழலின் மேற்பகுதியில் இடப்பட்டு கரைப்பான் ஊற்றப்பட்டது. ஆய்வின் முடிவில் கலவை இளம் பச்சை, பச்சை, மஞ்சள் போன்ற பல வண்ணக் குவியங்களாகப் பிரிந்திருப்பதைக் காணமுடிந்தது. இந்த ஆய்வுமுறையே இன்றைய குழல் நிறப் பகுப்பின் முன்னோடி எனலாம்.

1931ஆம் ஆண்டில் குன், லெடரர் ஆகிய இருவரும் அலுமினா (அலுமினியம் ஆக்சைடு) நிலைப்படிவைக் கொண்டு கெரோட்டீன்கள், சாந்தோஃபில்கள் ஆகியவற்றின் கலவைகளைப் பிரித்தெடுத்தனர்.

நிறப் பகுப்பின் வரலாற்றில் நிலையான இடத்தைப் பெற்றுள்ளோர் ஏ.ஜே.பி. மார்ட்டின், ஆர். எல். எம். சினஜ் ஆகியோர் ஆவர். இவர்கள் கேம்பிரிட்ஜ், லீட்ஸ் எனும் பல்கலைக்கழகங்களில் குழல் நிறப்பகுப்புப் பற்றிய விரிவான ஆய்வுகளை நடத்தினர். 1941ஆம் ஆண்டில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நீர்மக் கரைப்பான்களைப் பயன்படுத்திக் கலவையைப் பகுக்கும் குழல் நிறப்பகுப்பு முறையை உருவாக்கினர். வண்ணமற்ற கலவைகளைக் கண்டறிய, புற ஊதா ஒளியைப் பயன்படுத்தும் முறையையும் இவர்கள் மேற்கொண்டனர்.

மார்ட்டினும், சினஜியும் பங்கீட்டு நிறப்பகுப்பு முறை (partition chromatograph) குறித்து விரிவான ஆய்வுகளை நடத்தினர். அதன் பயனாக 1944இல் கம்பளிப் பூச்சியின் உடலில் உள்ள புரதப் பொருள்களை நீராற்பகுத்துப் பெறப்பட்ட கலவையை வடிதாள்களில் (filter paper) பகுத்து, அக்கலவையிலுள்ள 18 அமினோ அமிலங்களைப் பகுத்தெடுத்தனர். இம்முறையே இன்று தாள் நிறப் பகுப்பாக (paper chromatography) வளர்ந்துள்ளது. சாயங்கள், எழுது மைகள், மருந்துகள், நச்சுப்பொருள்கள், குருதி ஆகியவற்றின் பகுதிப் பொருள்கள், தாவர உயிர்ப் பொருள்கள் ஆகியன தாள் நிறப்பகுப்பு முறையில் பிரித்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன.

தாள் நிறப் பகுப்பையும் குழல் நிறப்பகுப்பையும் இணைக்கும் வகையில், குழலில் பயன்படும் நிலைப்படிவைக் கண்ணாடித் தகட்டின் மீது மெல்லிய படலமாக உருவாக்கி, கலவையைப் பகுக்கும் முறையும் வளர்ந்தது. இதுவே, மென்படல நிறப்பகுப்பு (thin layer chromatography) எனப்படுகிறது.

செய்முறை வகைகள்: கலவைகளைப் பகுக்கக் கையாளப்படும் கருவி அமைப்புகளின் அடிப்படையில் நிறப்பகுப்பு முறைகளைப் பின்வருமாறு வகைப்படுத்தலாம். அவை குழல் நிறப்பகுப்பு, தாள் நிறப்பகுப்பு, மென்படல நிறப்பகுப்பு, வளிம நிறப்பகுப்பு, அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு என்பன.

நிலைப்படிவு, நகர்படிவுகளின் அமைப்பு. நிறப்பகுப்பு முறைகள் அனைத்தும் நிலைப்படிவிற்கும் (stationary phase), நகர் படிவிற்கும் (mobile phase) இடையே கலவை பகிர்வடைவதை அடிப்படையாகக் கொண்டன. எனவே நிலைப்படிவு, நகர் படிவுகளின் பண்புகளைச் சார்ந்தும் நிறப்பகுப்பு முறைகளை வகைப்படுத்தலாம். நிறப்பகுப்பில் நிலைப்படிவு திண்மமாகவோ, நீர்மமாகவோ அமையலாம். நகரும் படிவு, நீர்மமாகவோ, வளிமமாகவோ அமையலாம்.

பகுப்பு முறையைத் தேர்ந்தெடுத்தல். ஒரு குறிப்பிட்ட கலவையைப் பிரித்தெடுக்க எந்த முறையைப் பயன்படுத்த வேண்டும் என முடிவு செய்வது எளிதன்று. எளிய முறைகளை முதலில் பயன்படுத்தி, பிறகு தேவைப்பட்டால் கடினமான முறைகளைப் பயன்படுத்தலாம். பலவகைப் பொருள்களைப் பிரித்தெடுக்கப் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் முறைகள் பட்டியலில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பில் இதைப் போன்ற சூழல் உருவாகிறது. திண்மக் கவர்பொருள் (solid adsorbent) ஒன்றின் கவர்ச்சித் திறன் அதன் மேற்பரப்பைச் சார்ந்திருக்கும்.

மூலக்கூறுகளின் ஊடுருவல் (molecular diffusion). மூலக்கூறுகளின் இயக்க நிலையும் குவியப் பரவலுக்கு மற்றொரு காரணமாக அமைகிறது.

பொருள்களைப் பிரித்தெடுக்கும் முறைகள்

எண்	பிரிக்கப்படும் பொருள்கள்	நிறப்பகுப்பு முறை
1.	வளிமங்களும் ஆவியாகக் கூடிய பொருள்களும்	நிலைத்த வளிமங்களுக்கு வளிம-திண்ம நிறப்பகுப்பு, பிற பொருள்களுக்கு வளிம-நீர்ம நிறப்பகுப்பு.
2.	அயனிகளை உடையனவும், கனிமப் பொருள்களும்	அயனிப் பரிமாற்ற, நிறப்பரப்பு, தாள் நிறப்பகுப்பு; குவிய மின்துளைப் பெயர்ச்சி, குழாய் நிறப்பகுப்பு, மென்படிவு நிறப்பகுப்பு
3.	அயனிகளால் ஆனவற்றை அயனிகள் அல்லாத பொருள்களிலிருந்து பிரித்தல்	அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு கனிம வடிப்பு (gel filtration)
4.	மூலக்கூறு நிறை மிகுந்த உயிரியல் பொருள்கள்	கனிம வடிப்பு, மின்துளைப் பெயர்ச்சி, மென்படிவு நிறப் பகுப்பு
5.	பிற பொருள்கள்	குழாய் நிறப்பகுப்பு, தாள் நிறப்பகுப்பு, மென்படிவு நிறப் பகுப்பு

நிறப்பகுப்பு முறையில் ஒரு படிவு, நிலைப்படிவாகவும், மற்றொரு படிவு நகரும் படிவாகவும் இருக்கும். ஒரு திண்மப் பொருள் நிலைப் படிவாக அமையும்போது ஒரு நீர்மம் அல்லது வளிமம் நகரும் படிவாக அமையும். இவ்விரு வகைகளாக அமைவன முறையே பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பு (adsorption chromatography), வளிமத் திண்ம நிறப்பகுப்பு (gas liquid chromatography) எனப்படுகின்றன.

ஒரு நீர்மப் பொருள் நிலைப்படிவாக அமைதல் எளிதன்று. அது நகராமல் நிலைத்திருக்க இயங்காத திண்ம நிலையுள்ள ஒரு தாங்கி (inert solid support) பயன்படுகிறது. ஒரு நீர்மப் பொருள் நிலைப்படிவாக அமையும்போது வேறொரு நீர்மமோ, வளிமமோ நகரும் படிவாக அமையலாம். இவை முறையே பகிர்வு நிறப்பகுப்பு (partition chromatography) வளிம நீர்ம நிறப்பகுப்பு (gas liquid chromatography) எனப்படும்.

கரைபொருள் மூலக்கூறுகள் அடர்த்தி மிகுந்த இடத்திலிருந்து அடர்த்தி குறைந்துள்ள இடத்தை நோக்கி நகரும் தன்மையுடையன. எனவே குவியத்தின் அடர்வு மிகுந்த பகுதியிலிருந்து அடர்வு குறைந்த பகுதியை நோக்கியும் அடர்வு குறைந்த பகுதியிலிருந்து கரைபொருளே இராத பகுதியை நோக்கியும் கரைபொருளின் மூலக்கூறுகள் நகர்ந்து கொண்டே இருக்கும். இதன் விளைவாகவும் குவியம் பரவலடைகிறது. குவியங்கள் பரவாமல் தடுப்பது, நிறப்பகுப்பு முறையின் வெற்றிக்கு இன்றியமையாத மற்றொரு பண்பாகும்.

பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல் நிறப்பகுப்பு. வேதியியலில் பயன்படுத்தப்படும் முறைகளிலேயே மிகத் தொன்மையானது குழல் நிறப்பகுப்பு (column chromatography) ஆகும். இம்முறை பொருள்களைப் பெருமளவில் பகுக்கவும், தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது. இத்தகைய பயனுள்ள குழல் நிறப்பகுப்பு முறையைப் பரப்புக் குழல் நிறப்பகுப்பு (adsorption column chromatography),

பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்பு (partition column chromatography) என இருவகையாகப் பிரிக்கலாம்.

பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல் நிறப்பகுப்பில் ஒரு கண்ணாடிக் குழலில் திண்மப் பொருள் நிலைப்படியாக நிறைத்து வைக்கப்படுகிறது. பகுக்கப்பட வேண்டிய கலவை, நிலைப்படிகள் உச்சியில் எடுத்துக் கொள்ளப்படும். நகர்படியான நீர்மப் பொருள், நிலைப்படியின் உச்சியிலிருந்து ஊற்றப்படுகிறது. மேலிருந்து கீழ்நோக்கி நகர்படிவு இறங்கி வரும்போது, கலவைப் பொருள் X,Y, Z போன்ற பல குவியங்களாகப் பிரிகிறது. மேலிருந்து நகரும் படிவு தொடர்ந்து ஊற்றப்படும்போது குழலின் அடிப்பகுதி வரை குவியங்கள் தனித்தனியே பகுக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு பகுக்கப்பட்ட குவியங்கள் குழலின் அடிப்பகுதியில் உள்ள திறப்பின் வழியாக வெளியேறுகின்றன. இக்குவியங்கள், வெவ்வேறு கலங்களில் தனித்தனிப் பகுதிகளாகச் சேகரிக்கப்படுகின்றன.

பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்பு முறையிலும் ஒரு திண்மப் பொருள் குழலில் நிறைத்து வைக்கப்படுகிறது. ஆனால் இத்திண்மம் நிலைப்படிவாகப் பயன்படுவதில்லை. மாறாக இரு நீர்மத்தைத் தாங்கும் திண்மத் தாங்கியாகப் (solid support) பயன்படுகிறது. இவ்வாறு திண்மத் தாங்கியின் மீது கலவைப் பொருள் பங்கீட்டுக் குழல் முறையில் வைக்கப்பட்டதைப் போன்றே வைக்கப்படுகிறது. பின்னர் மேலிருந்து நகரும் படிவு ஊற்றப்படுகிறது. முன்போலவே கலவைப் பொருள் நிலைப்படிவிற்கும் நகரும் படிவிற்குமிடையே பங்கீடடைகிறது. மேலும் நகர்படிவை ஊற்றி, குவியங்கள் தனித்தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப்படலாம்.

அலுமினா. பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல் நிறப்பகுப்பில் அலுமினா மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படும் கவர் பொருளாகும். இதன் தளப்பரப்பு, தளப்பரப்பிலுள்ள வினைக் குழுக்களின் பண்புகள், பயன்கள் பற்றி விரிவாக ஆராயப்பட்டுள்ளது.

கரைப்பான். பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல் நிறப்பகுப்பில் இருமாறுபட்ட இழுவிசைகள் (opposing forces) செயல்படுகின்றன. ஒருபுறம், கவர் பொருள் மூலக்கூறுகளைக் கவர்ந்து தன்னுடன் நிறுத்திக் கொள்ள முனைகிறது. இந்த இழுவிசையைப் பற்றி முன்னர் குறிப்பிடப்பட்டது. மற்றொரு புறம், நகரும் படிவு மூலக்கூறுகளைக் கவர்ந்து செல்ல முனைகிறது. இரு துருவ இயக்கத்தில் பயன்படும் சில கரைப்பான்கள் வருமாறு: பெட்ரோலியம், ஈதர், சைக்ளோ ஹெக்சேன், கார்பன் டெட்ரா குளோரைடு, டொலுயீன், பென்சீன், டைகுளோ மெத்தேன், குளோரோஃபார்ம், எத்தில் ஈதர், எத்தில் அசெட்டேட், அசெட்டோன், புரோப்பனால், எத்தனால், மெத்தனால், நீர்.

பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்பு. இம்முறை சில குறிப்பிட்ட வகை மூலக்கூறுகளைப் பிரித்தெடுக்கப் பயன்படுகிறது. செய்முறையைப் பொறுத்தவரை, பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களுக்கும் பங்கீட்டுக் குழல்களுக்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாடுகள் மிகக் குறைவாகும்.

பங்கீடும், பரப்புக் கவர்ச்சியும். பங்கீட்டு முறையில் நிலைப்படிவு, நகரும் படிவு ஆகிய இரண்டும் நீர்மங்களாகும். இரு நகரும் படிவுகளுக்கிடையே மூலக்கூறுகள் பங்கீடடையும் முறையே பங்கீட்டு நிறப்பகுப்பின் அடிப்படையாகும்.

பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பில், நிலைப்படிவு திண்மமாகவும், நகரும் படிவு நீர்மமாகவும் அமையும். எனவே, இம்முறையில் ஒரு குழலில் நிலைப்படியான திண்மத்தை அடைத்து வைத்து, நகரும் படிவை மேலிருந்து ஊற்றுவதன் மூலம் பொருள்களைப் பிரித்தெடுக்க முடிகிறது. ஆனால் பங்கீட்டுக் குழல் முறையில் நீர்ம நிலைப்படிவை ஒரு குழலில் ஊற்றிவைத்து, நகரும் நீர்ம நிலைப்படிவை அதன் ஊடே நகர்ந்து செல்ல வைக்க முடியாது. இங்குதான் பங்கீட்டுக் குழல்களுக்கும் பரப்புக் கவர்ச்சி குழல்களுக்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாடு நன்கு வெளிப்படுகிறது.

பங்கீட்டுக் குழல்களை அமைப்பதற்கு ஓர் எளிய வழி நிலைப்படிவை ஒரு திண்மத் தாங்கியில் நிலையாக இருக்க வைத்து, நகர்படிவை அதன் வழியே நகர வைப்பதாகும். எடுத்துக்காட்டாக, சிலிக்கானின் தளப்பரப்பில் நீர் நன்றாகக் கவரப்படுகிறது. இவ்வாறு நீர் கவரப்பட்டுள்ள சிலிக்கானை ஒரு குழலில் நிரப்பி வைத்தால் நீர் சிலிக்கானின் தளப்பரப்பை மூடி நின்று நிலைப்படிவாகச் செயல்படத் தொடங்குகிறது. இவ்விரு நீர்மங்களுக்கிடையில் கரைபொருள் பங்கீடடைந்து பகுக்கப்படுகிறது. இதுவே பங்கீட்டுக் குழல் பகுப்பின் அடிப்படையாகும்.

தாள் நிறப்பகுப்பு. ஒரு தாளின் ஓரத்தில் சிறிதளவு கலவையை இட்டுத் தாளை ஒரு நீர்மக் கரைப்பானில் (கரைப்பானில் கலவை மூழ்காதவாறு) தொங்கவிட வேண்டும். தாளின் மீது தந்துகி விளைவால் (capillary action) நீர்மம் ஏறிவரும்போது கலவை பகுக்கப்பட்டுத் தனித்தனிக் குவியங்களாகப் பிரிந்துவிடும். இப்பகுப்பு முறையே தாள் நிறப்பகுப்பு எனப்படுகிறது.

நிறப்பகுப்பு முறைகளிலேயே, தாள் நிறப்பகுப்பு முறையே எளியதாகும். கனிம, கரிம வேதியியலில் இம்முறை விரிவாகப் பயன்படுகிறது. இம்முறையைப் பண்பறி பகுப்பாய்விலும் அளவறி பகுப்பாய்விலும் பயன்படுத்தலாம்.

இறங்கு தாள் நிறப்பகுப்பு. இதுவே தாள் நிறப்பகுப்பில் பழமையான முறையாகும். இம்முறையில் சதுர அல்லது வட்ட வடிவமான கண்ணாடிக் கலன் பயன்படுகிறது. இக்கலனின் மேற்பகுதியின் பரப்பு அடிப்பகுதியின் பரப்பைவிடச் சற்று மிகுதியாக இருக்கும். மேற்பகுதியில் நகர் படிவை வைப்பதற்கான சிறிய தட்டுப் போன்ற கலனிருக்கும். பகுக்கப்பட வேண்டிய கலவையிடப்பட்ட தாளின் கலவைக்கு அருகிலுள்ள நுனிப்பகுதி இக்கலனில் வைக்கப்பட்டு நகராமலிருக்கும்படி நிலைப்படுத்தப்படுகிறது. நகர்படிவுக் கலத்தையொட்டி அமைக்கப்பட்டிருக்கும் ஒரு கண்ணாடித் தண்டின் மீது தாள் தொங்கவிடப்படுகிறது.

இந்த நிறப்பகுப்பில் பயன்படுத்தப்படும் தாள்கள் செவ்வக வடிவமாகவோ சதுர வடிவமாகவோ அமையும். கலவைகளின் எண்ணிக்கை மிகுந்தால், தாளின் அகலத்தை அதிகரித்துக் கொள்ளலாம். இந்த முறையில் தாளைக் கலத்தில் வைத்துச் சமன்பாடு அடையச் செய்தபின் நகர் படிவு அதற்குரிய கலத்தில் ஊற்றப்படுகிறது. கரைப்பான் முதலில் தந்துகிக் கவர்ச்சியின் மூலமே தாளின் மேல்நோக்கிச் செல்கிறது. கண்ணாடித் தண்டின் உச்சியை நகர்படிவு அடைந்தபின், புவிஈர்ப்பு விசையும் தந்துகிக் கவர்ச்சியும் நகர்படிவின் மீது செயல்படுகின்றன. இதனால் கலவை சற்று விரைவாகப் பகுக்கப்படுகின்றன. எனவே மிக மெதுவாகவே பகுப்படையும் கலவைகளைப் பகுத்தெடுப்பதில் இம்முறை மிகவும் பயன்படுகிறது.

ஏறுதாள் நிறப்பகுப்பு முறை. இம்முறையில் நகர்படிவும் கலவையும் புவிஈர்ப்பு விசைக்கு எதிராக நகர்கின்றன. எனவே குவியங்கள் சற்று மெதுவாகவே நகரும். ஒரு கண்ணாடிக் குழாயின் மேற்புறத்தை ஒரு துளையுள்ள தக்கையால் மூடிவிட வேண்டும். தக்கையின் துளையில் ஒரு வளைந்த கொக்கியை மாட்டி, அதில் தாளைக் குழாயின் அடிப்பகுதிக்கு மிக அருகில் இருக்குமாறு அமைக்க வேண்டும். குழாயின் கரைப்பானை ஊற்றிக் கரைப்பானின் மட்டத்திற்குச் சற்று உயரத்தில் கலவையை இட்டுக் குழாயை மூடிவிட்டால் குவியங்கள் பிரியத் தொடங்கும்.

பல கலவைகளை ஒரே நேரத்தில் பகுக்கும்போதும், ஒரு கலவையைத் தனி மூலக்கூறுகளுடன் ஒப்பிடும்போதும், அகன்ற நீண்ட தாள்கள் பயன்படுகின்றன. அப்போது பெரிய கலன்கள் தேவைப்படும். கலன்களின் மேற்பகுதியில் ஒரு குறுக்குச் சட்டம் இருக்கும். இந்தச் சட்டத்துடன் இடுக்கியால் தாள் பிணைக்கப்பட்டுத் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கும். இதைவிட எளிய முறை, தாளையே ஒரு குழல்வடிவில் வளைத்து இடுக்கியாலோ, ஊசியாலோ நூலால் தைத்தோ, ஒட்டும் பொருளாலோ பிணைத்துவிடுவதாகும். இந்தக் குழலை அப்படியே பகுப்புக் கலத்திலுள்ள கரைப்பானில் நிற்க வைத்து விடலாம்.

கிடைமட்ட நிறப்பகுப்பு. கிடைமட்டத்தாள் நிறப்பகுப்பில் (horizontal paper chromatography) குவியங்கள் பரவ, தந்துகிக் கவர்ச்சி மட்டுமே காரணமாக அமையும். இம்முறையில் பயன்படுத்தப்படும் கலன் உயரமாக அமைய வேண்டியதில்லை. ஒரு சதுர வடிவத்திலுள்ள கலனில் உள்ள தட்டில் நகர்படிவு வைக்கப்படுகிறது. ஒரு தட்டின் மேற்புறத்தில் சில கண்ணாடித் தண்டுகள் ஒரே தளத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இந்தத் தளத்தில் நிலைத்திருக்குமாறு தாள் வைக்கப்படுகிறது. தாளின் கலவை இடப்பட்டுள்ள பகுதியின் நுனி மட்டும் கரைப்பானைத் தொடும்படி அமைக்க வேண்டும்.

வட்டத்தாள் நிறப்பகுப்பு. வட்டத்தாள் நிறப்பகுப்பில் செய்முறை மிக எளிதாக அமைந்துள்ளது. வட்டவடிவில் வெட்டப்பட்ட தாளில் ஒரு சிறிய வால் அதன் மையப்பகுதி வரை செல்லுமாறு வெட்டித் தொங்கவிடப்படுகிறது. இந்தத் தாளின் மையத்தில் கலவை இடப்படுகிறது. தாளின் ஆரத்தைவிடச் சற்றுச் சிறிய ஆரத்தையுடைய வட்ட வடிவுள்ள பாத்திரத்தில் நகர்படிவை எடுத்துக் கொண்டு தாளை அதன்மேல் வைத்து, தாளின் வால் கரைப்பானைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படி வைக்கப்படுகிறது. அதன் பிறகு தாளின் மீது கலத்தின் மூடி வைக்கப்படுகிறது. தாளின் வால் வழியாகத் தந்துகிக் கவர்ச்சியில் தாளின் மையத்திற்கு நகர்படிவு வருகிறது. அங்கிருந்து ஒரே சீரான வேகத்துடன் தாளின் அனைத்துத் திசைகளிலும் கரைப்பானுடன் கலவையும் நகரத் தொடங்குகிறது. இதனால் மையத்தில் இடப்பட்ட கலவை, பல வளைய வடிவுள்ள குவியங்களாகப் பகுக்கப்படுகிறது.

பன்மைத் தாள் நிறப்பகுப்பு. ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நகர்படிவுகள் பயன்படுத்தப்பட்டால் அந்த முறைக்குப் பன்மைத்தாள் நிறப்பகுப்பு (multiple paper chromatography) என்று பெயர். இதில் இரு வகை உண்டு. முதல் வகையில் ஒரே தாளில் பல்வேறு நகர்படிவுகளைக் கொண்டு கலவையை ஒரே திசையில் நகர்த்தி அதைப் பகுக்கலாம். நகர்படிவிலுள்ள கரைப்பான்களின்

இயைபைப் படிப்படியாக மாற்றுவதன் மூலம் நகர்படிவின் மின் துருவத் தன்மையைப் படிப்படியாகக் கூட்டலாம். இந்த முறை குழல் நிறப்பகுப்பில் பயன்படுத்தப்படும் தொடர்மாற்ற முறையை ஒத்ததாகும்.

இரண்டாம் வகை, இரு திசைத்தாள் நிறப்பகுப்பு (two dimensional paper chromatography) எனப்படும். இம்முறையில் ஒரு சதுர வடிவத் தாளின் ஓரத்தில் கலவையை வைத்து, முதல் கரைப்பானில் பகுத்த பின்னர், அந்தத் தாளை இரண்டாம் கரைப்பானில் 90^0 சாய்த்து வைக்க வேண்டும். இதனால் முதல் கரைப்பானால் ஓரளவு பகுப்படைந்த கலவை இரண்டாம் கரைப்பானால் மேலும் பகுக்கப்படுகிறது. இரு திசைகளிலும் கலவை பகுக்கப்படும் வரைதாளை வெளியே வைக்க வேண்டியதில்லை. சட்டத்தை 90^0 சாய்த்து இரண்டாம் நகர்படிவில் வைப்பது இம்முறையில் எளிதாகும்.

இரு திசைகளில் பகுக்கப்பட்டுக் கிடைக்கும் குவியத்தில் கூடச் சில பண்பொத்த மூலக்கூறுகள் பகுபடாமல் இருக்க வாய்ப்புண்டு. இத்தகு குவியத்தைத் தாளிலிருந்த வெட்டியெடுத்துப் புதிய தாளின் முனையில் வைத்து மீண்டும் வேறொரு நகர்படிவால் பகுக்கலாம். இவ்வாறு மேன்மேலும் பகுத்துச் செல்லும் முறைக்குப் பலதிசைத் தாள் நிறப்பகுப்பு என்று பெயர். செல்லுலோஸ் தாள்களுக்குப் பதிலாகக் கண்ணாடி இழைத் தகடுகள் (glass fibre sheets) அண்மையில் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மென்படல நிறப்பகுப்பு

நிறப்பகுப்பு முறைகளில் தாள் நிறப்பகுப்புக்கு அடுத்த எளிய முறை மென்படல நிறப்பகுப்பாகும். இம்முறையில் கனிம அயனிகளும், உட்கூட்டுப் பொருள்களும், புதிதாக உருவாக்கப்பட்ட அல்லது தாவரப் பொருள்களிலிருந்து கிடைக்கும் கரிம மூலக்கூறுகளும் மிக விரைவில் பகுப்படைகின்றன.

தாள் நிறப்பகுப்பைவிட மென்படல நிறப்பகுப்பில் குவியங்கள் பரவுவது குறைவு. எனவே மிகக் குறைந்த பரப்பில் பெருமளவு கலவைகளைப் பகுக்கவும் இம்முறை பயன்படுகிறது.

மென்படல நிறப்பகுப்பு முறை குழல் நிறப்பகுப்புடன் நெருங்கிய தொடர்புடையது. எனவே குழல் நிறப்பகுப்புக்கான கரைப்பான் முதலியவற்றை எளிதில் தேர்வு செய்யவும், அம்முறையில் பகுக்கப்பட்ட குவியங்களை மீண்டும் பகுக்க முடியுமா என்பதை ஆராயவும் மென்படல நிறப்பகுப்பு பயன்படுகிறது.

மென்படலப் பகுப்பு முறை. இம்முறையில் ஓர் நெகிழியால் (plastic) ஆன மெல்லிய தகடு நிலைப்படிவுத் தாங்கியாகப் பயன்படுகிறது. அதன் மீது கவர் பொருள் அல்லது நிலைப்படிவுத் தாங்கியுடன் சேர்ந்த நிலைப்படிவுக் கரைப்பான் ஒரு மெல்லிய படலமாகப் படியவைக்கப்படுகிறது. இத்தகைய படலம் தகட்டின் மீது உருவாக்கப்பட்ட பின் வேற்றுமை குறைவு. இவ்விரு வகைப் பகுப்புகளிலும் கலவைகள் சிறு புள்ளிகளாக இடப்படுகின்றன. இவ்விரு முறைகளிலும் தந்துகிக் கவர்ச்சியால் நகர்படிவு மேலேறுகிறது. பகுப்படைந்த குவியங்களைக் கண்டறிய, தாள் நிறப்பகுப்பில் பயன்படும் முறைகளே இங்கும் கையாளப்படுகின்றன. ஆனால் தாளைப் போல் மென்படலத் தகடுகள் தொங்கவிடப்படாமல் நிறப்பகுப்புக் கலனின் சுவர்களில் சாய்த்து வைக்கப்படுகின்றன.

நுண்தகட்டு நிறப்பகுப்பு. மென்படல நிறப்பகுப்பு முறைகளிலேயே மிக எளிய முறை நுண்தகட்டு முறையாகும். நுண் தகடுகள் பெரும்பாலும் பண்பறி பகுப்பாய்விற்கே பயன்படுகின்றன. கரிம அல்லது உயிர் வேதிவினைகளில் வெவ்வேறு நேரங்களில் உருவாகும் வினைப்பொருள்களின் அளவைக் கண்டறியவும், குழல் நிறப்பகுப்பிற்கும், மென்படல நிறப்பகுப்புப் போன்ற பிற நிறப்பகுப்புகளுக்கு உரிய கரைப்பான்களைத் தேர்ந்தெடுக்கவும், பிற பகுப்பு முறைகளின் பகுதிறனைக் கண்டறியவும் இம்முறை பயன்படுகிறது. பல கனிம, கரிமக் கலவைகளையும் இம்முறையில் எளிதில் பகுத்து இனங்காணலாம்.

வளிம நிறப்பகுப்பு

நிறப்பகுப்பு முறைகளிலேயே கருவி அமைப்புகளை மிகுதியாகக் கொண்டது வளிம நிறப்பகுப்பாகும். எனவே இத்தகைய நிறப்பகுப்புக் கருவியை உருவாக்கிக் கொள்வது எளிதன்று. ஆனால் இம்முறை, மூலக்கூறுகளைப் பகுப்பதில் பிற முறைகளைவிடப் பன்மடங்கு சிறந்து விளங்குகிறது.

எளிதில் ஆவியாகக் கூடிய அனைத்து மூலக்கூறுகளையும் வளிம நிறப்பகுப்பு முறையில் பகுக்கலாம். 400^0C வெப்பநிலையில் ஆவியாகும் மூலக்கூறுகளின் கலவைகளையும் இம்முறையில் பகுக்கலாம். இந்த வெப்பநிலையில் அனைத்துக் கரிம மூலக்கூறுகளும் பல கனிம மூலக்கூறுகளும் ஆவியாகிவிடுவதால் வளிம நிறப்பகுப்பு மிகவும் பயனுள்ள முறையாக விளங்குகிறது.

இம்முறையில் பல மூலக்கூறுகள் உள்ள ஒரு கலவையைப் பகுக்க 20-60 நிமிடங்களே தேவைப்படுகின்றன. பிற நிறப்பகுப்பு முறைகளில் கிடைக்குமளவு பகுக்கப்பட்ட மூலக்கூறுகள் இதில் கிடைப்பதில்லை. இந்நிலையைப் போக்க, வளிம நிறப்பகுப்பு முறைகள் இன்று உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. 50 சேர்மங்கள் உள்ள கலவையைக் கூட வளிம நிறப்பகுப்பு முறையைக் கொண்டு பகுக்க முடியும். பிற முறைகளால் தூய்மையானவை என்று முடிவு செய்யப்பட்ட பல சேர்மங்களில் மிகச் சிறிதளவு மாசுப் பொருள்கள் கலந்துள்ளமையை வளிம நிறப்பகுப்பு முறை சுட்டிக்காட்டியுள்ளது. வளிம நிறப்பகுப்பின் பிறிதொரு சிறப்பு, ஒரு கலவை பகுக்கப்படும்போதே அதிலுள்ள பொருள்களின் அளவையும் அறிந்து கொள்ள முடிவதேயாகும். அதாவது பண்பறி பகுப்பு நிகழும்போதே அளவறி பகுப்பும் நிகழ்ந்துவிடுகிறது. வளிம நீர்ம நிறப்பகுப்பில் பலவகைத் திண்மப் பொருள்கள் தாங்கிகளாகவும், பல நீர்மங்கள் நிலைப்படிவுகளாகவும் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. கொதிநிலை வேதிப்பண்புகளின் அடிப்படையில் கலவையிலுள்ள பொருள்கள் பகுக்கப்படுகின்றன.

அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு. முன்னர்க் குறிப்பிட்ட நிறப்பகுப்பு முறைகள் மூலக்கூறுகளின் பரப்புக் கவர்ச்சிப் பங்கீடு போன்ற இயற்பண்பு வேறுபாடுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டன. ஆனால் அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு மூலக்கூறுகளின் வேதிப் பண்பு வேறுபாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டதாகும்.

அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு பெருமளவு பயன்படுத்தப்படுகிறது. அயனிகள் மட்டுமல்லாமல் முனைவுடைய கரிமச் சேர்மங்களும் சில சமயங்களில் மின்முனைவிலாக் கரிமச் சேர்மங்களும் அயனிப் பரிமாற்ற முறையில் பகுக்கப்படுகின்றன. இம்முறையில் கலவையிலுள்ள அயனிகள் முழுமையாகப் பகுக்கப்பட்டு விடுவதால், அவற்றை உடனே அளவறி பகுப்பாய்வுக்கு உட்படுத்தலாம். மிகச் சிறிதளவு (10^{-4} கிராம்) உள்ள அயனிகளையும் கண்டறியலாம். மேலும் தொழிற்சாலைத் தேவைக்கேற்ற பெருமளவுள்ள கலவைகளையும் இம்முறையில் பகுக்க முடியும். பிற முறையில் எளிதில் பகுபடாத சில கலவைகளையும் அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு முறையில் பகுக்கலாம். காட்டாக, சிர்கோணியம், ஹாஃப்னியம் போன்ற வேதிப்பண்பொற்றுமை மிகுந்த அயனிகள், ஹாலைடுகள், லாந்தனைடுகள், ஆக்டினைடுகள், யுரேனியத் தனிமங்கள் போன்ற கலவைகளும், கரிம அமிலங்கள், காரங்கள், அமினோ அமிலங்கள் பெப்டைடுகள், புரதங்கள் ஆகியனவும் இம்முறையில் பகுக்கப்பட்டுள்ளன.

களிம வடித்தல்

கலவைகளின் பரப்புக் கவர்ச்சி, பங்கீடு ஆகிய பண்பு வேறுபாடுகளை அடிப்படையாகக் கொண்ட நிறப்பகுப்பு முறைகளும் கலவைகளின் அயனிப் பரிமாற்றப் பண்பை அடிப்படையாகக் கொண்ட நிறப்பகுப்பு முறையும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. இந்த நிறப்பகுப்பு முறைகளுக்கிடையே ஒரு சிறப்பான ஒற்றுமையைக் காணலாம். நிலைப்படிவிற்கும் நகர் படிவுக்குமிடையே பங்கீடடைந்து மூலக்கூறுகள் பகுக்கப்படுவதற்கு அவற்றின் இயற்பண்புகளும் வேதிப் பண்புகளுமே காரணமாக அமைகின்றன.

களிம வடித்தல் முறை (gel filtration) மூலக்கூறுகளின் பருமன் அளவிலுள்ள வேறுபாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளதாகும். எனவே, பிற நிறப்பகுப்பு முறைகளுடன் களிம வடித்தலையும் சேர்த்து ஆராயக்கூடாது என்னும் கருத்தும் உண்டு. ஆனால் பிற நிறப்பகுப்பு முறைகளுடன் களிம வடித்தல் செய்முறை பெரிதும் தொடர்புடையதாகும். கலவைகளைப் பகுப்பதில் இம்முறை, பிற நிறப்பகுப்பு முறைகளுடன் இணைத்தே பயன்படுத்தப்படுகிறது. பெரும் அளவுள்ள மூலக்கூறுகளைப் பகுப்பதில் இம்முறை மிகவும் பயனுள்ளதாகும்.

களிம வடித்தலின் கோட்பாடு, கலவை பகுக்கப்படும் முறை. பருமனளவு மிகுந்த மூலக்கூறுகளையும் பருமனளவு குறைந்த மூலக்கூறுகளையும் கொண்ட கலவை ஒன்றைச் சான்றாகக் கருதலாம். பருமனளவில் உள்ள வேறுபாட்டைக் பகுத்தெடுப்பதைப் பின்வருமாறு விளக்கலாம். சிறிய மூலக்கூறுகளைவிடப் பெரியதும், ஆனால் பெரிய மூலக்கூறுகளைவிடச் சிறியதுமான துளைகளையுடைய ஒரு சல்லடையில் சலித்தெடுப்பதன் மூலம் சிறிய மூலக்கூறுகளைத் தனியாகப் பிரித்துவிடலாம். பெரிய மூலக்கூறுகள் சல்லடையின் மேலேயே தங்கிவிடும். ஆனால் மூலக்கூறுகளின் குறுக்களவு 10^{-8} செ.மீ. அளவே இருக்கும். இவ்வளவு குறைவான குறுக்களவு உள்ள துளைகளுள்ள சல்லடைகளைத் தயாரித்தல் இயலாது. எனவே மூலக்கூறுகளை இவ்வாறு பகுத்தல் கடினம். எனினும் சில சிறிய மூலக்கூறுகளைப் பல்லுறுப்பாக்கல் (polymerisation) முறையில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு குறுக்களவுள்ள துளைகளையுடைய துகள்களாக உருவாக்கலாம். இத்தகு பெருமூலக்கூறுகளே களிமம் (gel) எனப்படுகின்றன. இத்தகைய களிமங்களே மூலக்கூறுகளை அவற்றின் பருமனளவின் அடிப்படையில் பகுக்கப் பயன்படுகின்றன.

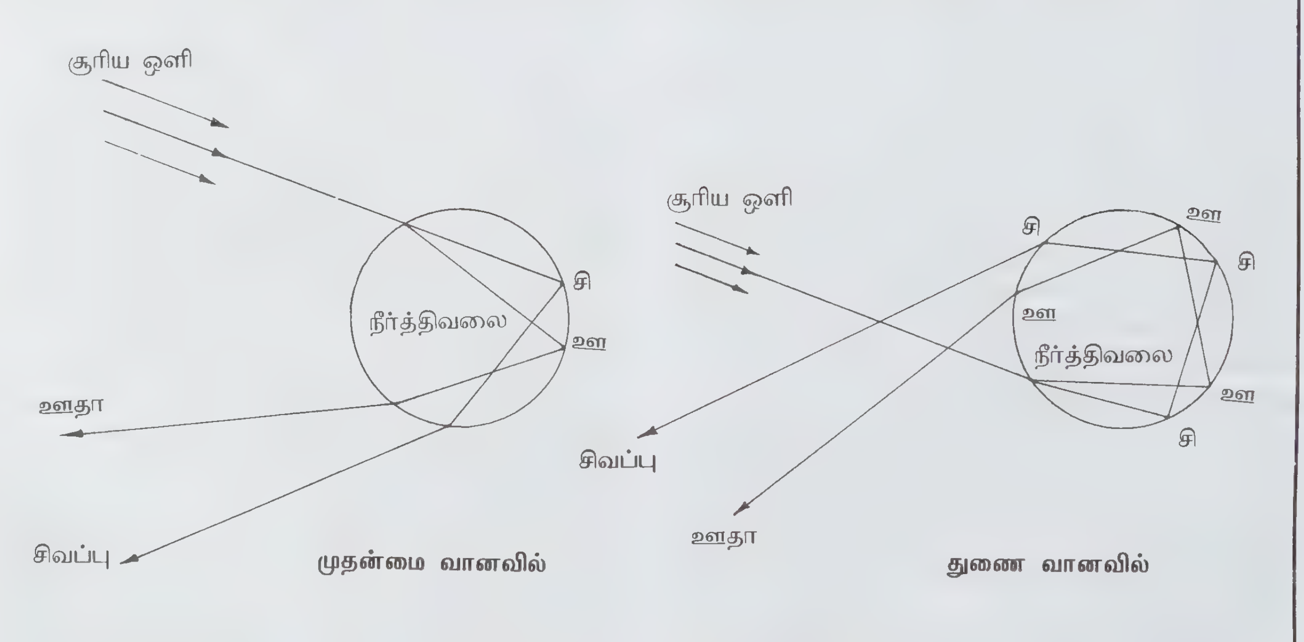
களிமத் துகள்கள் சல்லடையைப் போல் தட்டையாக இருப்பதில்லை. மாறாக, அவை நீரை ஏற்று உப்பி விரிந்து (swell) உருண்டை வடிவிலிருக்கும். இத்துகளின் பரப்பில் அனைத்துத் திசைகளிலும் துகளிருக்கும். இத்தகைய களிமத் துகள்கள் நிறைந்த குழுவொன்றின் வழியே கலவை மூலக்கூறுகள் செல்லும். களிமத்தின் துளைகளைவிடச் சிறிய அளவுள்ள மூலக்கூறுகள் களிமத் துகள்களின் உள்ளே அகப்பட்டுக் கொள்கின்றன. இவை களிமத்தின் ஊடே நகர்ந்துசென்று மறுபுறத்தில் வெளிப்படுவதற்குத் தாமதமாகிறது. துளையளவைவிடப் பெரிய அளவுள்ள மூலக்கூறுகள், களிமத் துகள்களுக்கு நடுவேயுள்ள இடைவெளியின் வழியாக விரைவாக நகர்ந்து வந்துவிடுகின்றன. இவ்வாறு கலவையிலுள்ள பெரிய மூலக்கூறுகள் விரைவாகவும், சிறிய மூலக்கூறுகள் மெதுவாகவும் நகர்ந்து செல்வதால் கலவை பகுக்கப்படுகிறது.

மின் நுண்துளைப் பகுப்பும் மின்நிறப்பகுப்பும். மின்னேற்றமடைந்த (charged) துகள்களை இரு மின்முனைகளுக்கிடையில் வைத்து, மின்சாரத்தைச் செலுத்தினால் மின்னேற்றத்திற்கேற்பத் துகள்கள் நேர்மின்முனையை நோக்கி அல்லது எதிர்மின்முனையை நோக்கி நகர்கின்றன. வெவ்வேறு அயனிகளைக் கொண்ட கலவையொன்றை இத்தகைய நிலைக்கு உட்படுத்தும்போது அவ்வயனிகள் தம் நிறை, மின்னேற்றம் போன்ற பண்புகளுக்கு ஏற்ப மின்முனைகளை நோக்கி வெவ்வேறு வேகங்களில் நகர்கின்றன. இந்த வேகவேறுபாடு கலவை பகுக்கப்படக் காரணமாக அமைகிறது. இம்முறையில் கலவை பகுக்கப்படுவதே மின்நுண்துளைப்பகுப்பு (electrophoresis) எனப்படுகிறது.

- ம. முருகேசன்

நிறப்பிரிகை

பல அதிர்வெண்கள் கலந்துள்ள ஓர் ஒளி அலைக்கூட்டையோ, மின் காந்தக் கதிர்க்கற்றையையோ அதன் ஆக்கக் கூறுகளாகப் பிரிப்பது நிறப்பிரிகை (dispersion) எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு வெள்ளை ஒளிக்கற்றையை முப்பட்டகத்தின் மூலமாகவோ கீற்றணியின் மூலமாகவோ செலுத்தித் தனித்தனியான ஒற்றை அலை நீளக் கதிர்களாகப் பிரிக்கலாம். ஒரு முப்பட்டகத்தின் ஊடாகச் செல்லும்போது வெவ்வேறு அதிர்வெண் உள்ள கதிர்களின் வெவ்வேறு திசைவேகங்களுடன் செல்வதும் ஒரு கீற்றணியில் அவை வெவ்வேறு அளவுகளில் விளிம்பு விலகல் அடைவதும் நிறப்பிரிகைக்கு உதவுகின்றன. கண்ணாடி, நீர் போன்ற ஒளி புகு ஊடகங்களில் ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீளமுள்ள மின்காந்தக் கதிர் செல்லும்போது அதன் விலகு எண், அலை நீளத்துடன் மாறும் வீதம், அந்த ஊடகத்தின் பிரிகைத் திறன் எனப்படும்.



நிறப்பிரிகை வானவில் உண்டாகும் விதம்

வெள்ளை ஒளியை ஒரு முப்பட்டகத்தின் மூலமாகச் செலுத்தி அதை வெவ்வேறு நிற ஆக்கக் கூறுகளாகப் பிரிக்க முடியும் என்று நியூட்டன் மெய்ப்பித்தார். வெள்ளை ஒளியில் உள்ள ஊதா நிறக் கதிர் பெரும அளவிலும், சிவப்பு நிறக் கதிர் சிறும அளவிலும் திசை மாற்றம் அடைகின்றன. வெள்ளை நிற ஒளியை ஒரு முப்பட்டகத்தின் வழியாகச் செலுத்தும்போது திரையில் பிரிக்கப்படும் நிற வரிசை, நிறமாலை எனப்படுகிறது. இயற்கையில் நிகழும் நிறப்பிரிகைக்கு வானவில் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு ஆகும். சூரியன் உள்ள திசைக்கு நேர் எதிரான திசையில் வானில் நீர்த்திவலைகள் பரவியிருக்கும்போது வானவில் தோன்றுகிறது. தரையிலிருந்த காண்பவருக்கு வானவில்லின் ஒரு பகுதி மட்டுமே தெரியும். உயர்ந்த மலை முகட்டிலிருந்தோ விமானங்களிலிருந்தோ பார்க்கும்போது முழு வட்டமான வானவில் தெரியும். சில சமயங்களில் இரண்டு வானவில்கள் ஒரே சமயத்தில் தென்படுவதுண்டு. இவற்றில் பொலிவு மிக்கதாயிருப்பது முதன்மை வானவில் எனவும், மற்றது துணை வானவில் எனவும் குறிக்கப்படும். முதன்மை வானவில்லின் உட்புறமாகவும், துணை வானவில்லின் வெளிப்புறமாகவும் சிவப்பு நிறம் அமைந்திருக்கும்.

நிறப்பிரிகை, நிறமாலையியல் என்னும் துறைக்கு அடிப்படையானது, நிறமாலையியலின் உதவியால் அணுக்கருவுக்குள்ளிருக்கும் புலப்படா நுட்பங்கள், உலகின் விளிம்பில் புதைந்திருக்கும் உண்மைகள் போன்றவற்றை அறியலாம்.

- கே. என். ராமசந்திரன்

நிறப்பிரிகைச் சமன்பாடுகள்

ஒரு மறு விளைவுச் சார்பெண்ணின் மெய்யான பகுதிக்கும் கற்பனைப் பகுதிக்கும் இடையிலுள்ள தொடர்புச் சமன்பாடுகள், பிரிகைச் சமன்பாடுகள் (dispersion relations) எனப்படும். இங்குப் பிரிகை என்னும் சொல் ஓர் ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண், அதிர்வெண்ணைப் பொறுத்த ஒரு சார்பெண் என்னும் உண்மையைக் குறிப்பிடுகிறது. 1926ஆம் ஆண்டில் கிராமர்ஸ், குரோனிக் ஆகியோர் ஒளி விலகல் எண்ணின் கற்பனைப் பகுதியைப் பொறுத்தே அதன் மெய்ப்பகுதி தீர்மானிக்கப்படுகிறது என்று காட்டினர். ஒளி விலகல் எண்ணின் கற்பனைப்பகுதி உட்கவர் திறன் (absorptivity) எனவும் மெய்ப்பகுதி ஒளி விலகல் திறன் (refractivity) எனவும் குறிக்கப்படும். இரண்டிற்கும் இடையில் உள்ள தொடர்பு கிராமர்ஸ்குரோனிக் சமன்பாடு எனப்படும். ஒரு மறுவிளைவு சார்பெண்ணின் மெய்ப்பகுதி, கற்பனைப்பகுதி ஆகியவற்றுக்கிடையிலுள்ள ஒத்த தன்மையான சமன்பாடுகளைக் குறிப்பிடப் பிரிகைச் சமன்பாடு என்னும் சொல் பயன்படுகிறது.

- கே. என். ராமசந்திரன்

நிறப்பிறழ்ச்சி

கண்ணாடியில் சிவப்பு ஒளியின் விலகு எண்ணை விட நீல ஒளியின் விலகு எண் மிகுதி. மேலும் ஒரு வில்லைக்கு

$$\frac{1}{f} = (\mu-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

என்ற சமன்பாட்டில் f என்பது வில்லையின் குவியத் தொலைவு μ என்பது கண்ணாடியின் சராசரி ஒளி விலகல் எண். R_1 R_2 ஆகியவை வில்லையின் இரு முகங்களின் வளைவு ஆரங்கள். எனவே ஒரு வில்லையின் குவியத் தொலைவு நிறமாலையின் சிவப்பு முனையைவிட நீல முனைக்குக் குறைவாக இருக்கும். நிறமாலையின் ஒவ்வொரு பகுதியும் வெண்மையான ஒரு பொருளின் பிம்பத்தை வெவ்வேறு இடங்களில் உண்டாக்கும். இவை பிம்பத்தில் கலங்கலை ஏற்படுத்துகின்றன. நியூட்டன் இதனை ஒரு சிக்கல் நிறைந்த சோதனை மூலம் ஆய்வு செய்தார். அவர் ஒரு நூலிலுள்ள எழுத்துகளின் மீது நிறமாலையின் வெவ்வேறு பகுதிகளை விழச் செய்தார். ஒரு சிறு குவியத் தொலைவுள்ள வில்லையைப் பயன்படுத்தி அச்சிட்ட எழுத்துகளின் மெய்ப்பிம்பங்களை ஒரு திரையில் அவர் உண்டாக்கினார். திரை, பொருளிலிருந்து ஏறத்தாழ 12 அடி தொலைவில் வைக்கப்பட்டிருந்தது. நிறமாலையின் சிவப்பு முனையால் உண்டாக்கப்பட்ட பிம்பத்துக்கும், ஊதாமுனையால் உண்டாக்கப்பட்ட பிம்பத்திற்கும் இடையில் 51/3 அங்குலம் இடைவெளி இருந்தது. எனவே சிவப்பு மற்றும் ஊதா நிறங்களுக்கான வில்லையின் குவியத்தொலைவுகளுக்கு இடையிலுள்ள வேறுபாடு வில்லையின் சராசரிக் குவியத்தொலைவில் 27 இல் ஒரு பங்கு அதிகம்.

சிவப்பு ஊதாக் குவியங்களுக்கிடையில் உள்ள சிறுமக் குழப்ப வட்டத்தின் விட்டம், வில்லையின் கோளப் பிறழ்ச்சியின் காரணமாக உண்டாகும் சிறுமக் குழப்பவட்டத்தின் விட்டத்தைப் போல ஏறத்தாழ 5000 மடங்குக்கு மேல் இருந்தமையை அவர் கண்டார். நிறமாலையின் முனை நிறங்களைக் கண்ணால் உணர முடியாது. எனவே நிறமாலையின் முழு விரிவையும் கண்ணால் பார்க்க முடியாது. சிவப்பு, நீல நிறங்கள் பூசப்பட்ட ஓர் அட்டையைக் கொண்டு செய்த வேறு

ஒரு சோதனையில் நீல ஒளிக்கான சிறுமத் தொலைவு, சிவப்பு ஒளிக்கான சிறுமத் தொலைவைவிட ஒன்றரை அங்குலம் குறைவாக இருப்பதாகவும் அதனால் பார்வைக்கு முக்கியமான நிறமாலைப் பகுதிகளின் முனைகளுக்கான குவியத் தொலைவுகளின் வேறுபாடு ஏறத்தாழ 1% எனவும், பயனுறு சிறுமக் குழப்ப வட்டம் கோளப் பிறழ்ச்சியினால் உண்டாவதைவிட ஆயிரம் மடங்குக்கு மேல் இருப்பதாகவும் நியூட்டன் கண்டார். எனவே இந்த மிகப் பெரிய விளைவுடன் ஒப்பிடுகையில் கோளப் பிறழ்ச்சியினால் ஏற்படும் விளைவு மிகவும் குறைவு.

ஒரு சாதாரண வில்லை அதன் அச்சின் மேலுள்ள ஒரு பொலிவு மிக்க விளக்கின் பிம்பத்தை உண்டாக்குமாறு ஒரு திரையை வைத்துத் திரையை வில்லையிலிருந்து விலக்கி நகர்த்தினால் அதில் உண்டாகும் ஒளித் திட்டு வெளிப்புறத்தில் ஆரஞ்சுச் சிவப்பான நிறத்தில் இருக்கும். 'கலங்கிய பிம்பம் தோன்றும் வரை இந்த நிறம் தெரியும். அப்பால் வில்லையை நகர்த்தினால் ஒளித்திட்டின் விளிம்பு நீல நிறத்தை அடைகிறது. அதை ஊன்றிக் கவனித்தால் இறுதி விளிம்புகள் ஆழ்ந்த சிவப்பாயும் ஊதா நிறத்திலும் இருக்கக் காணலாம். இந்தச் சோதனை, நிறப்பிறழ்ச்சியைத் தெளிவாக நிகழ்த்திக் காட்டுகிறது. மேலும் நிறமாலையின் முனைப் பகுதிகளைக் கூர்மையாகக் கண்டாலன்றி, அவை தென்படுவதில்லை என்பதையும் காட்டுகிறது. இச்சோதனையை விரிவுபடுத்தி ஒரு வில்லை ஒற்றை நிற ஒளியைக் கொடுக்கும்படிச் செய்யலாம். முதன் முதலாக ரூபன்ஸ் என்பார் இதைச் செய்து காட்டினார். ஒரு வில்லையின் நடுப்பகுதியை மூடி மறைத்துவிட்டால் அச்சின் ஊடாக நேர் ஒளிக்கற்றைகள் செல்லா. எந்த நிற ஒளியைப் பிரிக்க வேண்டுமோ அந்த ஒளி அச்சின் மேல் குவியும் இடத்தில் ஒரு திரையை வைத்து அதில் ஒரு சிறு துளையும் இட்டுவிட்டால், வேண்டிய நிற ஒளி துளையின் வழியாக வெளிப்படுகிறது.

நிறப்பிறழ்ச்சி நீக்கிய வில்லை. வெவ்வேறு பிரிதிறன்கள் கொண்ட கிரவுன் கண்ணாடியாலான ஒரு குவி வில்லையுடன் பிளிண்ட் கண்ணாடியால் செய்யப்பட்ட ஒரு குழி வில்லையைச் சேர்த்து வைத்து இரண்டு நிறங்களுக்கு நிறப் பிறழ்ச்சி நீக்கிய ஒரு குவிக்கும் வில்லைத் தொகுப்பை உண்டாக்கலாம். இதற்கான கணக்கீட்டை இரண்டு கட்டங்களாகச் செய்யலாம். முதல் கட்டத்தில் ஒளி விலகல் எண்களில் உள்ள வேறுபாட்டினால் குவியத் தொலைவில் ஏற்படும் மாற்றத்துக்குப் பொதுவான ஒரு வாய்பாட்டை நிறுவி அதனால் பிரிதிறனின் படிகளாகக் குவியத் தொலைவில் உண்டாகும் மாற்றத்துக்கு ஒரு வாய்பாடு உருவாக்கப்படுகிறது. இரண்டாம் கட்டத்தில் சரியான குவியத் தொலைவுகள் கொண்ட ஒரு கூட்டமைப்பில் இரண்டு வில்லைகளின் குவியத் தொலைவுகளைக் கணக்கிடலாம். எடுத்துக்கொள்ளப்படும் இரு நிறங்களுக்கும் இக்கூட்டமைப்பின் குவியத் தொலைவு சமமாக இருக்க வேண்டும்.

$$\frac{1}{f} = (\mu-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

விலகு எண் μ சற்றே மாறி $(\mu + \delta\mu)$ ஆகும்போது

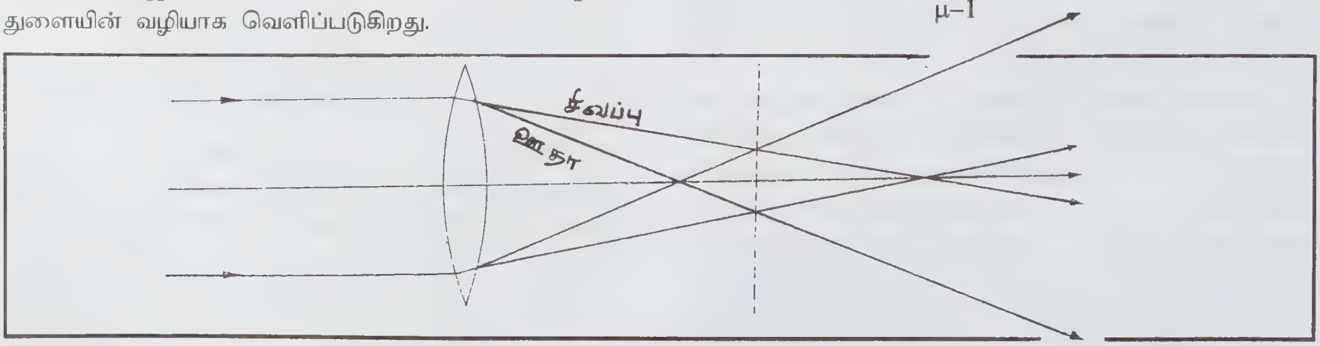
$$\frac{1}{f}, \delta\left(\frac{1}{f}\right)$$

ஆக மாற்றமடையும். அப்போது

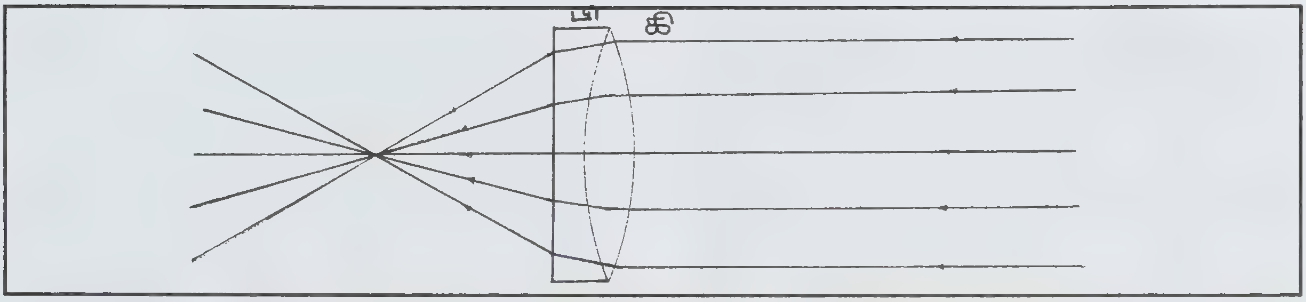
$$\delta\left(\frac{1}{f}\right) = \delta\mu\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = \frac{1}{f}\,\frac{\delta\mu}{\mu-1}$$

இச்சமன்பாட்டில்

$$\frac{\delta\mu}{\mu-1}$$



படம் 1. ஒற்றை வில்லையில் நிறப்பிறழ்ச்சி ஏற்படுதல்



படம் 2. பிளின்ட் கிரவுன் வில்லைத் தொகுப்பில் நிறப்பிறழ்ச்சி நீக்கம்

என்பது μ–க்கும் $(\mu+\delta\mu)$ க்கும் இடையிலுள்ள கண்ணாடியின் பிரிதிறனாகிய γ ஆகும். f என்பது μ என்னும் விலகு எண்ணுள்ள கதிருக்கான குவியத் தொலைவு, μ, $(\mu-\delta\mu)$ ஆகியவற்றுக்கிடையில் 1/f இல் உண்டாகும் மாற்றத்தைக் கணக்கிட்டால் இதே கோவை எதிர்க் குறியுடன் கிடைக்கும். காண வேண்டிய முழுப்பகுதிக்கும், f , μ ஆகியவற்றைச் சராசரி மதிப்புகளாகக் கருதலாம். நிறமாலையில் பார்வைக்கு முக்கியமான சிவப்பு, நீல முனைகளுக்கிடையில் μ இன் மாற்றம் $\delta\mu$ எனக் கொண்டு $\delta\mu=(\mu_B-\mu_R)$ என எழுதினால்

$$\delta\left[\frac{1}{f}\right]=\frac{1}{f}\cdot\frac{(\mu_B-\mu_R)}{\mu-1}$$

இங்கு

$$\frac{(\mu_B-\mu_R)}{\mu-1}$$

என்பது இந்த இரு நிறங்களுக்கு இடையேயுள்ள கண்ணாடியின் பிரிதிறனாகிய γ ஆகும். எனவே

$$\delta\left[\frac{1}{f}\right]=\frac{\gamma}{f} \quad \text{ஆகும்}$$

கூட்டமைப்பின் குவியத் தொலைவு F எனவும், γ_1 என்னும் பிரிதிறனுள்ள கிரவுன் கண்ணாடி வில்லையின் குவியத் தொலைவு f_1 எனவும் γ_2 என்னும் பிரிதிறனுள்ள பிளின்ட் கண்ணாடி வில்லையின் குவியத் தொலைவு f_2 எனவும் கொள்ளலாம். அப்போது அவை இரண்டு சேர்ந்து இருந்தால்,

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}$$

நீல, சிவப்பு ஒளிகளுக்கு Fஇன் மதிப்பு ஒன்றாகவே இருந்தால்,

$$\delta\left[\frac{1}{f}\right]=0$$

ஆகையால்

$$\delta\left[\frac{1}{f_1}\right]+\delta\left[\frac{1}{f_2}\right]=0$$

ஆனால்

$$\delta\left[\frac{1}{f_1}\right]=\left[\frac{\gamma_1}{f_1}\right] \;;\; \delta\left[\frac{1}{f_2}\right]=\left[\frac{\gamma_2}{f_2}\right]$$

எனவே

$$\frac{\gamma_1}{f_1}+\frac{\gamma_2}{f_2}=0$$

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2} \;;\; \frac{\gamma_1}{f_1}+\frac{\gamma_2}{f_2}=0$$

என்னும் இந்த இரண்டு சமன்பாடுகளிலிருந்தும் இரு வில்லைகளின் குவியத் தொலைவுகளைக் கணக்கிடலாம்.

குவியத் தொலைவுகள் வில்லையின் இரண்டு மேற்பரப்புகளின் திறன்களை மட்டுமே தீர்மானிக்கின்றன. ஒவ்வொரு வில்லையின் வளைவு ஆரங்களின் விகிதங்களை வேண்டிய வகையில் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ளலாம்.

இரண்டு வில்லைகளையும் ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் வகையில் பயன்படுத்த வேண்டும். எனவே அவற்றின் தொட்டுக்கொண்டிருக்கிற முகங்களின் வளைவு ஆரங்கள் சமமாக இருக்க வேண்டும். ஒளி எதிரொளிப்பினால் உண்டாகும் இழப்புகளைக் குறைப்பதற்காகக் கனடா பால்சம் என்னும் பசையைக் கொண்டு இரண்டு வில்லைகளையும் ஒட்டிவிடலாம்.

மேலும் இந்தக் கூட்டமைப்பு ஒரு புறக் குவி வில்லையாக அதாவது ஒரு பக்கம் வளைந்ததாகவும், மறுபக்கம் தட்டையானதாகவும் இருக்குமானால் கோளப்பிறழ்ச்சி குறையும். எனவே குழிவில்லையை ஒரு புறம் தட்டையாக இருக்கும்படித் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். பிறகு குழிவ்வில்லையின் குழிவில் குவிவில்லையை வைத்து ஒட்டி விட வேண்டும். இத்தகைய ஒரு கூட்டமைப்பு, நிறப்பிறழ்ச்சியில் நீக்கிய இரட்டை **(achromatic doublet)** எனப்படும். இதில் நிறப்பிறழ்ச்சி முழுமையாக நீக்கப்பட்டுவிட்டதாகக் குறிப்பிட முடியாது. நிறமாலையின் சிவப்பு, ஊதா முனைகள் ஒரே புள்ளியில் பொருந்திக் குவியும்படி இந்தக் கூட்டமைப்பு அமைந்துள்ளது. ஆனால் இரண்டாம் நிலை நிறமாலை எனப்படும் எஞ்சிய நிறப்பிழை **(colour defect)** ஏற்படவே செய்யும். இரட்டையின் தத்துவங்களைப் பயன்படுத்தி, அதேபோல வெவ்வேறு கண்ணாடிகளால் செய்யப்பட்ட மூன்று வில்லைகளைக் கூட்டி வைத்து, அக்கூட்டமைப்பு மூன்று நிறங்களுக்கு நிறப்பிறழ்ச்சி நீங்கியதாக அமைக்க முடியும்.

வெவ்வேறு இடைநிலைப் பொருள்களுக்கு வெவ்வேறு பிரிதிறன்கள் இருக்கும் என்று நியூட்டன் அறியவில்லை. எனவே ஒளி விலகல் தொலைநோக்கிகளை நிறப்பிறழ்ச்சி இராதவையாக அமைக்க முடியாது என அவர் நம்பினார். இதன் காரணமாகவே அவர் எதிரொளிப்புத் தொலைநோக்கிகளை அமைப்பதில் ஆர்வம் காட்டினார். 1758ஆம் ஆண்டில் டாலண்ட் என்பார் முதன்முதலாக நிறப்பிறழ்ச்சி நீக்கிய வில்லை இரட்டைகளை உருவாக்கினார்.

ஒன்றையொன்று தொடாமல் வைக்கப்பட்டுள்ள, ஒரே பொருளால் ஆன இரண்டு வில்லைகளின் கூட்டமைப்பைக் கொண்டு வேறு பிழைகள் இரா நிலையில், அனைத்து நிறங்களுக்கும் நிறப்பிறழ்ச்சி நீக்கிய ஓர் அமைப்பை உண்டாக்க முடியும்.

f_1, f_2 குவியத் தொலைவுகளுள்ள இரு வில்லைகள் x இடைவெளியில் அமைந்துள்ளன எனக் கருதலாம். இந்தக் கூட்டமைப்பின் குவிய தொலைவு F எனலாம். ஏதேனும் இரண்டு நிறங்களுக்கு இடையில் ஒவ்வொரு வில்லையும், γ என்னும் பிரிதிறன் கொண்டிருப்பதாகக் கொள்ளலாம்.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} \quad \frac{1}{f_2} - \frac{x}{f_1 f_2}$$

எனவே

$$\delta\left(\frac{1}{f}\right) = \delta\left(\frac{1}{f_1}\right) + \delta\left(\frac{1}{f_2}\right) - \delta\left(\frac{x}{f_1 f_2}\right)$$

$$= \delta\left(\frac{1}{f_1}\right) + \delta\left(\frac{1}{f_2}\right) - \left(\frac{x}{f_1}\right)\delta\left(\frac{1}{f_2}\right) - \left(\frac{x}{f_2}\right)\delta\left(\frac{1}{f_1}\right)$$

நுண் வகைக்கெழுவைச் சாதாரண இயல் கணித முறையில் அணுகிப் பார்த்தால் இறுதி இரண்டு உறுப்புகளும் கிடைக்கின்றன. இவ்விரண்டு நிறங்களுக்கும் குவியத் தொலைவுகள் சமமாக இருக்குமானால்

$$\delta\left(\frac{1}{F_1}\right) = 0$$

எனவே,

$$\delta\left(\frac{1}{f_1}\right)\left(1 - \frac{x}{f_2}\right) + \delta\left(\frac{1}{f_2}\right)\left(1 - \frac{x}{f_1}\right) = 0$$

இப்போது,

$$\delta\left(\frac{1}{f_1}\right) = \left(\frac{\gamma_1}{f_1}\right) ; \delta\left(\frac{1}{f_2}\right) = \left(\frac{\gamma_2}{f_2}\right)$$

எனவே

$$X = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

என வருகிறது.

γ மறைந்துவிட்டதால் இந்த முடிவு அனைத்து நிறங்களுக்கும் பொருந்தும். கூட்டமைப்பின் குவியத் தொலைவு அனைத்து நிறங்களுக்கும் ஒன்றாகவே இருக்கிறது. இது ஒரு தொகுப்பு மட்டுமே தவிர, தனியான ஒற்றை வில்லை அன்று. எனவே அனைத்து நிறங்களுக்கும் முதன்மைக் குவியங்கள் ஒரே புள்ளியில் அமைந்திருக்க வேண்டுமெனப் பொருள்படாது. அச்சிற்கு இணையாக வரும் அனைத்து நிறக் கதிர்களும் ஒரே கோணத்தில் திசைமாற்றம் அடைகின்றன. அதனால் ஒவ்வொரு நிறப்பிம்பமும் அந்த நிறத்தின் குவியத்தில் ஒரே கோணத்தைத் தாங்குகிறது. எனவே கூட்டமைப்பின் வழியாக ஒரு மாயப் பிம்பத்தைப் பார்த்தால் அனைத்து நிறப் பிம்பங்களும் ஒரே புள்ளியில் காணப்படும். அப்போது கூட்டமைப்பின் நிறப்பிறழ்ச்சி நீக்கம், ஒரு சாதாரண உருப்பெருக்கக் கண்ணாடியினுடையதை ஒத்திருக்கும். வெவ்வேறு நிறங்களுக்கு வெவ்வேறு

அளவுகள் உள்ள கோளப் பிறழ்ச்சியைச் சிறுமமாக இருக்கும்படிக் கூட்டமைப்பை உருவாக்கலாம். எனவே ஒரு தனி வில்லை உண்டாக்கும் மாயப் பிம்பத்தில் காணப்படுவதைவிட இந்தக் கூட்டமைப்பின் புலத்தின் விளிம்பில் குறைவான நிறங்கள் காணப்படும்.

- கே.என்.ராமசந்திரன்

துணைநூல். G.R. Noakes, ***A Text Book of Light,*** MacMillan and Company, London, 1962.

நிறம்

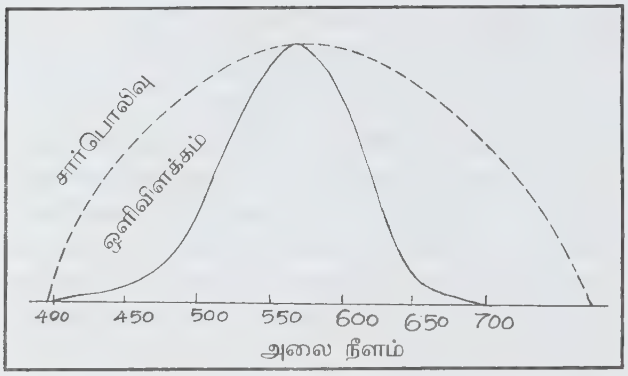
நிறப்பார்வை உணர்வு பெருமளவில் உளப்பான்மையைப் பொறுத்தது என்றாலும் அதன் தோற்றுவாய் இயற்பியலின் ஒரு பகுதியாகும். இதில் நிறக்கலப்பு, நிறப்பார்வை என இரண்டு பிரிவுகள் உள்ளன. நிறக் கலப்பு என்பது ஒளி கண்ணை அடைவதற்கு முன்னால் பொருள் அதன் மேல் ஏற்படுத்தும் விளைவு. நிறப்பார்வை என்பது கண்ணின் பார்வைச் செயல்முறை. அனைத்து நிறங்களையும் நிறமாலை வரிசைகளாகப் பிரிக்க முடியும் என்னும் கண்டுபிடிப்பு நிறக்கலப்பு என்னும் அறிவியல் துறை தோன்ற வழி கோலியது. இதற்கு மாறாக நிறப்பார்வைச் செயல் முறையில் கண்ணின் ஒளியியல் மட்டுமன்றி அதன் உடற் செயலியலும் பங்கு பெறுகிறது. இது இதுவரை முழுமையாகப் புரிந்து கொள்ளப்படவில்லை.

ஒரு பொருளை அதன் உண்மையான நிறத்தில் பார்க்க வேண்டுமென்றால் அதே நிறமுள்ள ஒளியை இதன்மேல் பாய்ச்ச வேண்டும். ஒரு சிவப்பு நிற ரோஜா மலர் சிவப்பு ஒளியில் பொலிவு மிக்க சிவப்பு நிறத்தில் தெரியும். ஏனைய அனைத்து ஒளிகளிலும் இது சாம்பல் நிறமுடையதாகவோ கறுப்பு நிறமுடையதாகவோ புலப்படும். சூரிய ஒளியில் அனைத்து நிற ஒளிகளும் கலந்துள்ளமையால் சூரிய ஒளிபடும் அனைத்துப் பொருள்களும் தத்தம் உண்மையான நிறங்களில் தெரியும். இவ்வாறு தெரியும் நிறங்கள், புறப்பரப்பு நிறங்கள் ஆகும். சூரிய ஒளி ஒரு சிவப்பு நிற மலரின் மேல் விழும்போது சிவப்பைத் தவிர ஏனைய அனைத்து நிறங்களும் உட்கவரப்பட்டுவிடுவதால் அவை எதிரொளிக்கப்படுவதோ, ஊடுருவிக் கடந்து செல்வதோ இல்லை. சிவப்பு மட்டும் பொருளில் உள்ள துகள்களால் எதிரொளிக்கவும், திசைவிலக்கம் அடையவும் செய்து அனைத்துத் திசைகளிலும் வெளிப்படுகிறது. வெள்ளை ஒளி படும்போது பிற நிறங்கள் முழுமையாக உட்கவரப்பட்டு விடுவதும் இல்லை. ஒரு சிவப்பு நிறக் கண்ணாடிப் பலகையில் வெள்ளை ஒளிபடும்போது ஓரளவு வெள்ளை ஒளியும் எதிரொளிக்கப்படும்.

புறப்பரப்பு நிறத்துக்குச் சாயல் (hue), பொலிவு (brightness), தெவிட்டல் (saturation) ஆகிய மூன்று கூறுகள் உண்டு. சாயல் என்பது ஒரு நிறத்தின் பெயரைக் குறிக்கிறது. பொலிவு என்பது புலன் உணர்வின் சார்பு எண் மதிப்பையும், தெவிட்டல் என்பது நிறத்தின் வலிவையும் குறிக்கின்றன. சாயல் என்பது பண்புறுதியானது. இது நிறத்தின் தனிச் சிறப்பாகும். ஏனெனில் சாயல் இன்றி நிறம் இல்லை; மேலும் சாயலை வரையறுக்க முடியாது. ரோஜா போன்ற சிவப்பு என்னும் வகையில் அதை எடுத்துக்காட்டு மூலமே விவரிக்க முடியும். பொலிவு என்பது ஓர் அகவியலான செறிவு. வெள்ளை ஒளியில் இருப்பது போன்று இதனால் தனித்து இருக்க முடியும். வெள்ளை நிறத்தில் சாயலும், நிறமும் இல்லை. சாயல் தனித்து இருக்க முடியாது. ஏனெனில் சாயலுடன் கூடவே ஓரளவு பொலிவும் தெவிட்டலும் சேர்ந்தே அமையும். சிறிதும் வெள்ளை கலவாத நிறங்கள் தெவிட்டியவை எனப்படும். இவற்றில் வெள்ளை கலந்தால் கிடைக்கும் இளம் சிவப்பு இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு.

நிறக்கலப்பு. வெள்ளை ஒளியை முப்பட்டகத்தின் மூலமாகச் செலுத்தி இதிலுள்ள நிறங்களை தனித்தனியாகப் பிரித்துவிடலாம். இவற்றைக் கலந்தால் மீண்டும் வெள்ளை ஒளி கிடைக்கும். சிவப்பு, ஆரஞ்சு, மஞ்சள் ஆகிய நிற ஒளிகளை மட்டும் கூட விட்டால் ஆரஞ்சு நிறம் கிடைக்கும். வெள்ளை ஒளியின் நிறமாலையைக் கூட்டுமுறை முதன்மை நிறங்கள் (additive primaries) எனப் பிரிக்கலாம். சிவப்பையும் மஞ்சளையும் கலந்தால் பொலிவு மிக்க சிவப்பு நிறம் கிடைக்கும். மஞ்சளையும் பச்சையையும் கூட்டினால் பொலிவு மிக்க பச்சையும், நீலத்தையும் ஊதாவையும் கூட்டினால் நீல ஊதாவும் கிடைக்கின்றன. சிவப்பு, பச்சை, நீலம் ஆகியவை கூட்டுமுறை முதன்மை நிறங்கள் ஆகும். இம்மூன்றையும் கூட்டினால் வெள்ளை நிறம் கிடைக்கும். சிவப்பையும் பச்சையையும் கலந்தால் மஞ்சள் நிறமும், சிவப்பையும் நீலத்தையும் கலக்கும்போது மஜந்தா (magenta) நிறமும், பச்சையும் நீலமும் கலக்கும்போது இளம் நீலப்பச்சை நிறமும் (cyan) கிடைக்கின்றன. இவை கழி முறை (subtractive) முதன்மை நிறங்கள் எனப்படும். இம்மூன்றையும் கூட்டினால் கறுப்பு நிறம் கிடைக்கும்.

இரண்டு நிறங்களைக் கலந்தால் வெள்ளை நிறம் கிடைக்குமானால் இவை இட்டு நிரப்பும் (complementary) நிறங்கள் எனப்படும். மஜந்தா, பச்சை ஆகியவற்றைக்



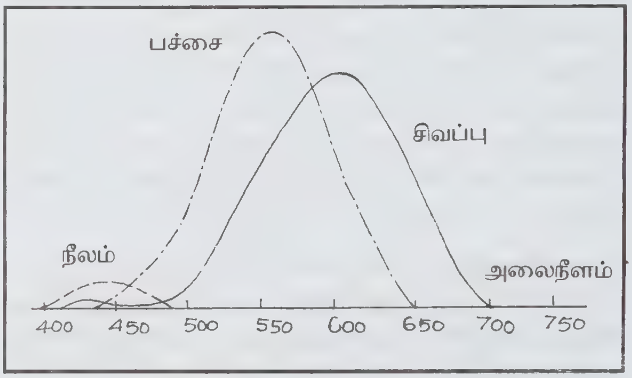
படம் 1. கண்ணுக்குப் புலனாகும் நிறமாலையின் ஒளி விளக்கத்தையும் பொலிவையும் காட்டும் வரைபடம்

கலந்தால் வெள்ளை நிறம் கிடைக்கும். இதே போலச் சிவப்பு, நீலப்பச்சை ஆகியவையும் மஞ்சள், நீலம் ஆகியவையும் இட்டு நிரப்பும் நிறங்கள் ஆகும்.

நிறப்பார்வை. வெவ்வேறு அலை நீளங்கள் உள்ள ஒளி ஆற்றல் ஒரு சாதாரணமான மனிதனின் விழித் திரையில் விழும்போது பார்வை உணர்வுகள் படம் 1 இல் காட்டியவாறு ஏறி இறங்குகின்றன. 555 நானோ மீட்டர் அலை நீள ஒளியில் பார்வை உணர்வு பெருமமாயுள்ளது. இதற்கு 1000 என்னும் தன்னிசையான மதிப்பு விதிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதன் இருபுறமும் பார்வை உணர்வு ஒரு சீராகக் குறைகிறது. நிறமாலையின் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் உள்ள இரண்டு நிறங்களின் பொலிவுகளைப் பொருத்தி ஒவ்வொரு நிறப்புலத்திலும் அடங்கியுள்ள ஆற்றல்களின் சார்பு அளவைக் காண்பதன் மூலம் படித்தர ஒளிவிளக்கக் கோடு வரையப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாகப் பச்சையையும் சிவப்பையும் ஒப்பிடும்போது சிவப்புக்குச் சமமான பொலிவைத் தரப் பச்சைக்கு மிகக் குறைந்த செறிவு போதும் எனத் தெரிகிறது. எனவே வரைபடத்திலுள்ள தடித்த கோடு, ஒளி அளவியல் ஆற்றல் எண் மதிப்புகளைக் குறிப்பிடுகிற தேயன்றிச் சார்புப் பொலிவுகளை அன்று.

பொலிவு என்பது உணர்வைப் பொறுத்த அளவு; இது கண்ணுக்குக் கண் வேறுபடும். இது ஆற்றலின் மடக்கை மதிப்புக்கு நேர் விகிதத்தில் ஒரு பரந்த அளவில் மாறுகிறது. ஒரு பரப்பின் பொலிவை இரு மடங்காக்க அதிலிருந்து வெளிப்படும் ஆற்றல் பல மடங்கு பெருக வேண்டும். ஒளி விளக்கத்தின் மதிப்புகளை வரைபடமாக வரைந்தால் ஒரு சம ஆற்றல் நிறமாலைக்கான சார்புப் பொலிவுக்கோடு கிடைக்கும். அதாவது ஒரு மாறா ஆற்றல் நிறமாலையிலுள்ள நிறங்களின் சார்புப் பொலிவைப் புள்ளிக்கோடு குறிப்பிடுகிறது. இது இரு முனைகளிலும் திடீரென முடிவடைந்து விடுவதைப் படத்தில் காணலாம்.

கடந்த நூற்றாண்டில் நிறப்பார்வைக்கான ஓர் அறிவியல் கொள்கையை உருவாக்கப் பல முயற்சிகள் செய்யப்பட்டன. இவற்றில் தாமஸ் யங் என்பாரால் முன் மொழியப்பட்டு வான் ஹெல்ம் ஹோல்ட்ஸ் என்பாரால் செம்மையாக்கப்பட்ட கொள்கை குறிப்பிடத்தகுந்தது. இதன்படி விழித்திரையில் மூவகையான நுண்ணிய கூம்புகள் (cones) உள்ளன. ஒரு வகைக் கூம்புகள் சிவப்புக்கான பார்வை உணர்வையும். இரண்டாம் வகை பச்சைக்கான பார்வை உணர்வையும், மூன்றாம் வகை நீலத்துக்கான பார்வை உணர்வையும் உண்டாக்குகின்றன. இரண்டாம் படத்தில் இவற்றுக்கான உணர்வு வரைகோடுகள் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. சிவப்பு உணர்வுக் கூம்புகளை ஊதாவிலிருந்து சிவப்பு வரையான அனைத்துக் கதிர்களும் தூண்ட முடியும் என்பதையும், ஆனால் 600 நானோமீட்டர் அலை நீளக்கதிர் பெரும அளவு உணர்வைத் தூண்டுகிறது என்பதையும் சிவப்பு நிறத்துக்கான வரைகோடு காட்டுகிறது. இதே போல நீலக் கூம்புகளும் பச்சைக் கூம்புகளும் பலவிதமான அலை நீளங்களால் தூண்டப்படுகின்றன.



படம்.2 கூம்புகளின் மூன்று நிறங்களுக்கான உணர் திறன்கள்

தூய மஞ்சள் ஒளி கண்ணில் புகும்போது சிவப்புக் கூம்புகளும் பச்சைக்கூம்புகளும் சமமான அளவில் மறுவிளைவைக் காட்டுகின்றன. எனவே மஞ்சள் நிற உணர்வு ஏற்படுகிறது. தூய்மையான சிவப்பும் பச்சையும் கண்ணுக்குள் நுழைந்தால் மீண்டும் சிவப்புக் கூம்புகளும் பச்சைக்கூம்புகளும் சமமான அளவில் கிளர்வு அடைகின்றன. இதன் காரணமாக மீண்டும் மஞ்சள தூண்டலுக்கும், பச்சை சிவப்புக் கலப்புத் தூண்டலுக்கும் இடையில் வேறுபாடு எதையும் காண்பதில்லை. எனவே மஞ்சள் நிறம் இன்றியே, மஞ்சள் சாயலைப் பெற முடிகிறது. இதே போன்ற ஒரு நிகழ்வு 500 நானோ மீட்டரில் நீலக் கூம்புகளும் பச்சைக் கூம்புகளும் சம அளவில் தூண்டப்பட்டு நீலப்பச்சை உணர்வு ஏற்படும்போதும் உண்டாகிறது.

மங்கலான 450 நானோமீட்டர் ஒளி கண்ணில் புகுந்தால் நீல நிற உணர்வு தோன்றுகிறது. ஒளியின் செறிவை அதிகரித்தால் சாயல் ஊதாவாகவோ கருஞ்சிவப்பாகவோ மாறிவிடுகிறது. சிவப்புக் கூம்புகள் அதிக அளவில் தூண்டப்படுவதை இது காட்டுகிறது. படத்தில் சிவப்புக் கோட்டில் ஒரு சிறிய மேடு காணப்படுவதற்கு இதுவே காரணம். அனைத்து நிற ஒளிகளும் சம அளவில் கலந்தால் வெள்ளை ஒளி தோன்றுகிறது. ஆனால் சிவப்பு, பச்சை, நீலம் ஆகிய மூன்று நிறங்களை மட்டும் கலந்து கூட வெள்ளை நிறத்தை உண்டாக்க முடிகிறது. இந்த மூன்று நிறங்களை வெவ்வேறு அளவுகளில் கலந்து ஆயிரக்கணக்கான சாயல்களை உண்டாக்கலாம்.

நிறக்குருடு. உலகிலுள்ள ஆண்களில் எட்டுச் சதவீதத்தினரும் பெண்களில் ஒரு சதவீதத்தினரும் பற்றாக்குறையான நிற உணர்வைப் பெற்றிருக்கின்றனர். விழித்திரையில் சிவப்புக் கூம்புகள் இரண்டில் சிவப்புக் குருடு (protanopia) என்னும் குறையும், பச்சைக் கூம்புகள் சாதாரணச் சிவப்புக் கூம்புகளைப் போன்ற உணர் திறன் பெற்றிருக்குமானால், மஞ்சள் பார்வை (deuteranopia) என்னும் குறையும் ஏற்படுகின்றன. சிவப்புச் குருடு உள்ளவர்களுக்கு நீலமும் பச்சையும் அவற்றின் கலப்புச் சாயல்களும் மட்டுமே புலனாகும். மஞ்சள் பார்வை உள்ளவர்களுக்கு 570 நானோ மீட்டருக்கு மேற்பட்ட அலைநீளக் கதிர்கள் அனைத்தும் மஞ்சளாகத் தெரியும். சிவப்பு, நீல முதன்மை நிறங்களை மட்டுமே அவர்களால் உணர முடிவதால் மஞ்சள், நீலம், வெள்ளை போன்ற சாயல்கள் மட்டுமே அவர்களுக்குத் தெரியும்.

- கே.என். ராமசந்திரன்

துணை நூல். H.E.White, *Modern college physics*, Van Nostrand company, USA, 1963.

நிறம் (குவாண்டம் எந்திரவியல்)

குவார்க்குகளின் ஒரு கற்பிதக் குவாண்டம் எண்ணை நிறம் என்னும் சொல் விவரிக்கிறது. குவார்க்குகள் என்பவை வலிவாக இடைவினை செய்யும் அடிப்படைத் துகள்களின் ஆக்கக்கூறுகள் எனக் கருதப்படுகின்றன. சாதாரணமாகக் கண்ணில் புலப்படும் நிறங்களுக்கும் இந்நிறத்துக்கும் தொடர்பே இல்லை. குவாண்டம் எந்திரவியலில் நிறம் என்பது ஒரு பெயர் மட்டுமே. குவார்க்குகளுக்கு h/2 என்னும் தற்சுழற்சிக் கோண உந்தம் உள்ளது. குவார்க்குகள் கூடி அடிப்படைத் துகள்கள் உருவாகின்றன எனக் கருதப்படுகிறது. இந்த அடிப்படைத் துகள்கள் வலிவான இடைவினைகளில் ஈடுபடுபவை. குவார்க்குகளுக்கு அரைத் தற்சுழற்சி உள்ளமையால் அவை ஃபெர்மி-டிராக் புள்ளியியல் விதிகளுக்கு உட்பட்டவை எனவும் பாலியின் தவிர்க்கை விதிகளுக்கு உட்படுபவை எனவும் சார்பியலின் ஓர் அடிப்படையான தேற்றம் விளக்குகிறது. எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட அமைப்புக்குள் இருக்கும் இரண்டு குவார்க்குகளுக்கு அனைத்துக் குவாண்டம் எண்களும் சமமாக இருக்க முடியாது.

குவார்க்குகள் கூடிப் பாரியான்கள் உண்டாக்கப்படும் போது பாலியின் தவிர்க்கை விதி மீறப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, ஒமேகா எதிரினத் துகள் (Ω^-) மூன்று விந்தைக் குவார்க்குகளால் (strange quarks) ஆனது. இவையனைத்தும் சரியாக ஒரே நிலையில் இருக்க வேண்டிய இன்றியமையாமை ஏற்பட்டது. அதாவது அவற்றுக்கு அனைத்துக் குவாண்டம் எண்களும் ஒரே வகையாக இருந்தன. கிரீன்பர்க் என்பார் இந்தச் சிக்கலுக்குத் தீர்வு கண்டார். 1964இல் அவர் u, d, s என்னும் ஒவ்வொரு வகைக் குவார்க்கும் மூன்று வகையில் வருவதாகக் கூறினார். இம்மூன்று வகையிலும் அனைத்து அளவிட இயலும் பண்புகளும் ஒரே வகையாக இருந்தாலும் ஒரு கூடுதலான பண்பு மட்டும் வேறுபட்டிருப்பதாக அவர் குறிப்பிட்டார். இந்தக் கூடுதல் பண்புக்கு நிறம் எனப் பெயரிடப்பட்டது. அவ்வாறாயின் பவுலியின் தவிர்க்கை விதி நிறைவு செய்யப்படுகிறது. எனவே குவார்க்குகளைப் ஃபெர்மியான்களாகவே கருத முடிகிறது. ஏனெனில் பாரியானில் உள்ள குவார்க்குகளுக்கு அனைத்துக் குவாண்டம் எண்களும் சமமாக இருந்தபோதிலும் நிறம் மட்டுமாவது வேறுபட்டிருக்கும்.

நிறத்தைப் பற்றிய கருத்து எழுந்தவுடன் தெரிந்த குவார்க்குகளின் எண்ணிக்கை மூன்றாகப் பெருகிவிடுகிறது. ஆனால் பாரியான்கள், மெசான்கள் ஆகியவற்றின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கப்படவில்லை. குவார்க்குகளின் கூட்டமைப்புக்கான விதிகள் அவற்றின் எண்ணிக்கையை மாறாமல் பார்த்துக் கொள்கின்றன. குவார்க்குகளின் எண்ணிக்கை மும்மடங்காகப் பெருகியமையால் குறைந்தது இரண்டு ஆய்வு சார்ந்த பின் விளைவுகளேனும் ஏற்பட்டிருக்கின்றன. நடுநிலை π மெசான் இரண்டு ஃபோட்டோன்களாகச் சிதையும் வேகம் மும்மடங்காக அதிகரித்திருக்கிறது. கணக்குகளின் அடிப்படையில் பெறப்பட்ட சிதைவு வேகத்திற்கும் ஆய்வு முறையில் காணப்பட்ட சிதைவு வேகத்திற்கும் ஒற்றுமை ஏற்பட்டிருக்கிறது.

எலெக்ட்ரான்-பாசிட்ரான் அழிவின்போது பாரியான்களும் மெசான்களும் உண்டாவதற்கான மொத்த உற்பத்தி நிகழ் வாய்ப்பும் மும்மடங்காகி இருக்கிறது. 2-3 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் அளவுகளில் பெறப்பட்ட ஆய்வு முடிவுகள் நிறக் கோட்பாட்டுடன்

பெருமளவில் பொருந்துகின்றன. நிறமில்லாத எளிய குவார்க்கு மாதிரியால் இம்முடிவுகளுடன் முழுமையாகப் பொருந்த முடியவில்லை. குவார்க்குகளுக்குச் சிவப்பு, பச்சை, நீலம் என்னும் மூன்று நிறக் குவாண்டம் எண்கள் அளிக்கப்பட்டன. இவ்வாறு நிறம் என்னும் கருத்து உருவாக்கப்பட்ட பிறகு குவாண்டம் நிற இயக்கவியல் என்னும் கொள்கை உருவாகியுள்ளது.

- கே. என். ராமசந்திரன்

துணைநூல். H.E.White, ***Modern College Physics,*** Van Nastrand company, USA, 1963.

நிறம் நிறுத்தி

அமினோ அசோ சேர்மங்களும் ஹைட்ராக்சி அசோ சேர்மங்களும் சாயப் பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. துணிகளைச் சாயப் பொருள்களைக், கொண்டு நிறமேற்றிய பின்னர் அவை தேய்மானம் மூலமும் கழுவுவதன் மூலமும் நிறம் நீங்காமலிருக்கப் பயன்படும் பொருள்கள் நிறம் நிறுத்திகள் (mordants) எனப்படுகின்றன.

விட் என்பாரின் நிறம்தாங்கிக் (chromophore) கோட்பாட்டின்படி கரிமச் சேர்மங்களின் நிறம் அவற்றின் மூலக்கூறுகளிலுள்ள சில குறிப்பிட்ட தொகுதிகளான நிறம் தாங்கிகள், நிறம் பெருக்கிகள் (auxochromes) ஆகியவற்றால் உண்டாகின்றன என்பது தெளிவாகிறது. ஒரு நிறத்தை நிரந்தரமானதாகவும் அழுத்தமானதாகவும் செய்யக்கூடிய சேர்மங்களுக்கு நிறம் நிறுத்திகள் எனப்பெயர். பொதுவான நிறம் நிறுத்திகளான அலுமினியம் அசெட்டேட், ஃபெர்ரிக் மற்றும் குப்ரிக் உப்புகள், வெள்ளீயம், டேனின் ஆகியவற்றின் சேர்மங்கள் குறிப்பிடத்தக்கவை. ஒரு துணியில் நிறமேற்றுவதற்கு அது முதலில் இச்சேர்மங்களின் கரைசலில் அமிழ்த்தப்பட்டு, பிறகு கொதி நீராவியுடன் உயர் வெப்பநிலையில் வினைப்படுத்தப்படுகிறது. இதன் மூலம் நிறம் நிறுத்தியாகச் செயல்படும் சேர்மங்கள் நீராற்பகுக்கப்படுகின்றன. நீராற்பகுப்பின்போது உண்டாகும் நுண்ணிய உலோக ஹைட்ராக்சைடு துணியில் உள்ள இழையுடன் இணைந்து சாயம் அதனுடன் கலந்து கரையாத அரக்காக மாறுகிறது. இவ்வாறு நிறம் நிறுத்திகளைக் கொண்டு நிறமேற்றப்பட்ட சாயங்களுக்குக் கெட்டிப்படுத்தப்பட்ட சாயங்கள் (mordant dyes) எனப் பெயர். பல நிறம் நிறுத்திகளைக் கொண்டு ஒரே சாயத்தைப் பயன்படுத்தித் துணிக்குப் பல்வேறு வண்ணங்களை ஏற்ற முடியும்.

காண்க : சாயங்கள்

- சு. சித்ரா

நிறமாலை

ஒரே வகையான பொருள்கள் அல்லது பண்புகளைப் படிப்படியாக அதிகரிக்கும் அல்லது குறைக்கும் எண் மதிப்புகளின் அடிப்படையில் வரிசையாக அடுக்கி வைப்பதற்கு நிறமாலை (spectrum) என்று பெயர். நிறமாலை என்று சொல்லும்போது வரிசையிலிருக்கும் பொருள்களின் நிறமோ, அலை நீளமோ, அதிர்வெண்ணோ மட்டும் கவனிக்கப்பட வேண்டும் என்பதில்லை. பொதுவாக நிறமாலை என்பதில் துகள், ஃபோட்டான், ஒளிக் கதிர்வீச்சு போன்றவற்றின் செறிவு நிறை, உந்தம், அலைநீளம், அதிர்வெண் அல்லது வேறு ஏதாவது தொடர்புள்ள அளவின் சார்பெண்ணாக ஒரு வரைபடத்திலோ காட்சிப் புலத்திலோ காட்டப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு பீட்டாக் கதிர் நிறமாலை என்பது சில கதிரியக்க அணுக்கருக்கள் உமிழும் எதிரின எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் அல்லது உந்தப் பரவீட்டைச் சுட்டும் வரைபடமாகும். இதே போலக் கதிரியக்க அணுக்கருக்கள் ஆல்ஃபாத் துகள்களை வெளியிடும்போது அவற்றின் ஆற்றல் அல்லது உந்தப் பரவீட்டையும் வரைபடமாகக் காட்டலாம். அயனியாக்கம் செய்யப்பட்ட அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளை நிறமாலை வரைவிகளின் வழியாகச் செலுத்தும்போது மின் புலங்களும், காந்தப் புலங்களும் துகள்களின் மின் நிறைத் தகவு மதிப்புகளைப் பொறுத்து அவற்றின் சுற்றுப் பாதைகளை வளைக்கின்றன. எனவே பதிவு செய்யும் படலத்தில் துகள்கள் தம் மின் அளவு அல்லது நிறைக்கு ஏற்ற ஏறு அல்லது இறங்கு வரிசையில் பதிவாகின்றன.

பதிவுப் படலத்தின் ஒரு முனையிலிருந்து அவற்றின் தொலைவு அவற்றின் மின்-நிறைத் தகவுக்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும். ஓர் ஒளிக் கற்றையில் வெவ்வேறு அதிர்வெண்களில் அடங்கியுள்ள ஆற்றலின் பரவீட்டையும் நிறமாலை எனலாம். மின்காந்த அலைகளைப் பொறுத்தவரை நிறமாலை என்பது அலைநீளம் அல்லது அதிர்வெண்ணின் அடிப்படையில் ஏறு அல்லது இறங்கு வரிசையில் அடுக்கப்பட்ட கதிர்வீச்சு ஆற்றல் ஆகும். மின் காந்த அலைகளின் முழு அதிர்வெண் நெடுக்கத்தையும் பல பிரிவுகளாகப் பிரித்துக் கொள்ளலாம். உற்பத்தி முறை அல்லது துலக்கு முறை பொதுவாக இருக்கும் வகையில் இந்தப் பிரிவுகள் அமைக்கப்படுகின்றன. ரேடியோ அதிர்வெண் நிறமாலை, புறச் சிவப்புக் கதிர் நிறமாலை, கட்-புலனாகும் ஒளி நிறமாலை, புற ஊதாக்கதிர் நிறமாலை, எக்ஸ் கதிர் நிறமாலை ஆகியவை இப்பிரிவினைக்கான எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும். நிறமாலைகளின் தோன்றுமுறை அல்லது கிளர்வூட்டல் முறையின் அடிப்படையிலும் அவற்றை வகைப்படுத்துவதுண்டு. உமிழ்வு நிறமாலை,

உட்கவர் நிறமாலை, தொடர் நிறமாலை, வரி நிறமாலை, பட்டை நிறமாலை ஆகியவை இதற்கு எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்.

ஓர் இரும்பு அல்லது செம்புக் கட்டியை மெதுவாகச் சூடேற்றும்போது 1000 கெல்வின் வெப்பநிலையில் அது மங்கலான சிவப்பு ஒளியை வீசத் தொடங்குகிறது. வெப்பநிலை மேன்மேலும் அதிகரிக்கும்போது உலோகக் கட்டியின் நிறம் மெல்ல ஆரஞ்சாகவும், பிறகு மஞ்சளாகவும், இறுதியில் வெள்ளையாகவும் மாறுகிறது. அந்த உலோகத்தைச் சூடாக்கிக் கொண்டிருக்கும்போதே ஒரு முப்பட்டக நிறமாலை அளவியின் வழியாகப் பார்த்தால், முதன் முதலாகக் கண்ணுக்குத் தெரியவரும் ஒளி சிவப்புப் பகுதியில் தோன்றும். வெப்பநிலை படிப்படியாக அதிகரிக்கும்போது ஒளி மெல்ல மெல்லப் படர்ந்து ஆரஞ்சு மஞ்சள் பகுதிகளில் பரவுகிறது. பொருள் வெண் சூட்டு நிலையை அடையும்போது நிறமாலை சிவப்பு முனையிலிருந்து ஊதா முனை வரை தொடர்ச்சியாக இடைவிடாது பரவிவிடுகிறது. 1500 கெல்வின் வெப்பநிலையில் நிறமாலையில் சிவப்பு, ஆரஞ்சு, மஞ்சள் ஆகிய நிறங்கள் மட்டுமே தெரியும். ஏறத்தாழ 2000 கெல்வின் வெப்பநிலையில் பச்சை நிறம் தோன்றத் தொடங்குகிறது. 3000 கெல்வின் வெப்ப நிலையில் நிறமாலை முழுமை பெற்றுவிடுகிறது. வெப்பநிலை மேலும் அதிகரிக்கும்போது நிறங்களின் பொலிவே மிகுதியாகிறது. நிறங்களில் மாற்றம் ஏற்படுவதில்லை; முப்பட்டகம் ஒளி அலைகளை அவற்றின் அலை நீளங்களுக்கு ஏற்பப் பிரித்துப் பெரும அலை நீளமுள்ள சிவப்புக் கதிர்களை ஒரு முனையிலும், சிறும அலை நீளமுள்ள ஊதாக் கதிர்களை மறு முனையிலும், மற்ற இடைநிலை அலை நீளக் கதிர்களை நடுவிலுமாக வைத்து ஒரு நிறமாலையை உண்டாக்கிவிடுகிறது. இத்தகைய நிறமாலையில் சிவப்பு முதல் ஊதா வரையான நிறங்கள் தொடர்ச்சியாகக் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய நிறமாலை, தொடர் நிறமாலை எனப்படும். இது அனைத்துத் திண்மப் பொருள்களுக்கும் நீர்மப் பொருள்களுக்கும் உண்டாகும் நிறமாலைகளில் காணப்படும் ஒரு சிறப்பியல்பு. அனைத்து எண்ணிக்கையில் அலை நீளங்கள் கொண்ட அலைகள் உள்ளமையை இது காட்டுகிறது.

புற ஊதாக் கதிர்களும் புறச் சிவப்புக் கதிர்களும் முப்பட்டக நிறமாலை அளவியில் கண்ணுக்குத் தெரியா. கண்ணாடி முப்பட்டகத்தின் வழியாகப் புற ஊதாக் கதிர்கள் பாயா. எனவே ஒரு குவார்ட்ஸ் படிகத்தால் செய்யப்பட்ட முப்பட்டகத்தைப் பயன்படுத்த வேண்டும். ஒரு கரி வில் விளக்கிலிருந்து வரும் ஒளியைக் குவார்ட்ஸ் பட்டகத்தின் மூலமாகச் செலுத்திப் பிரித்து நிறமாலையின் ஊதா முனைக்கு அருகில் ஒரு ஒளிரும் திரையை வைத்தால், கட்புலனாகும் ஊதா ஒளி முனைக்கும் அப்பால் திரையில் ஒளிர்வு உண்டாவதைக் காணலாம். திரைக்குப் பதிலாக ஓர் ஒளிப்படத் தட்டை வைத்தால் ஊதாவுக்கும் குறைந்த அலைநீளப் பகுதியில் வெளிப்படும் புற ஊதாக்கதிர்கள் பதிவாயிருக்கும். புறச் சிவப்புக் கதிர்களைக் கண்டுபிடிக்க ஒரு வெப்ப மின் அடுக்கு உதவும். வெப்ப மின் அடுக்கை நிறமாலையின் ஊதா முனையிலிருந்து மெல்லச் சிவப்பு முனைப்பக்கமாக நகர்த்திக்கொண்டே போனால், வெப்ப மின் அடுக்கியில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் அம்மீட்டரில் காட்டப்படும் மின்னோட்டத்தின் அளவு படிப்படியாக அதிகரிப்பதைக் காணலாம். கட்புலனாகும் சிவப்புப் பகுதியையும் தாண்டிச் சிறிது தொலைவு வரை மின்னோட்டம் இவ்வாறு அதிகரிக்கும். ஒரு நிலையில் மின்னோட்டம் பெரும மதிப்பை எட்டி அதன் பிறகு குறையத் தொடங்கிவிடும்.

மின் காந்த நிறமாலையில் கட்புலனாகும் கதிர்களுடன் கட்புலனாகா மற்றக் கதிர்களும் அடங்கியுள்ளன. பல கி.மீ. அலைநீளமுள்ள ரேடியோ அலைகளிலிருந்து 10^{12} செ.மீ. அலைநீளமுள்ள காமாக் கதிர் அலைகள் வரை இதில் அடக்கம். இவை அனைத்து ஒளியின் திசைவேகத்துடன் அதாவது நொடிக்கு 1,86,300 மைல் அல்லது $3X10^{8}$மீட்டர் என்னும் திசைவேகத்துடன் வெற்றிடத்தில் பரவுகின்றன. இவற்றின் திசைவேகங்கள் ஒன்றாயிருந்த போதிலும் வெவ்வேறு விரிவான நெடுக்கத்தில் பல வகையான கதிர்கள் இருந்தபோதிலும் ஒரு குறுகிய அலை நெடுக்கத்திலுள்ள கதிர்கள் மட்டுமே மனிதரின் கண்களால் உணரப்படுவதை இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம். அதேபோல மின் காந்தக் கதிர்கள் வளிமண்டலத்தின் ஊடாகச் செல்லும்போது மிகு புற ஊதாக் கதிர்கள் மட்டும் தடுத்து நிறுத்தப்பட்டு விடுகின்றன. பனிமூட்டங்கள், ரேடியோ அலைகளைத் தவிர ஏனைய அனைத்தையும் தடுத்துவிடுகின்றன.

முப்பட்டகத்தைத் தவிரக் கீற்றணி, எடலான், எசலான் போன்ற கருவிகளும் ஒளியை நிறப்பிரிகை செய்யக் கூடியவை முப்பட்டகத்தில் ஒரே ஒரு நிறமாலை மட்டுமே உண்டாகும். கீற்றணி கட்புலனாகும் ஒளியில் மைய நிலைக்கு இரு பக்கத்திலும் மூன்று நிறமாலைகளை உண்டாக்கும். கீற்றணியில் ஒரு சமதளக் கண்ணாடித் தகட்டில் சமமான அகலம் கொண்ட இணை கோடுகள் சம இடைவெளிவிட்டுச் செதுக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு செமீட்டரில் 5000-8000 வரிகள் அமைந்திருக்கும். ஒளியின் விளிம்பு விலகல் பண்பின் காரணமாக வெவ்வேறு அலை நீளங்கள் பிரிக்கப்பட்டு

நிறமாலை உண்டாகிறது. 1819ஆம் ஆண்டில் ஃபிரான்ஹோஃபர் என்னும் ஜெர்மானிய அறிஞர் முதன்முதலாக ஒளி புகு கீற்றணிகளை அமைத்தார். 1882ஆம் ஆண்டில் ரோலண்ட் என்னும் அமெரிக்க அறிஞர் முதல் எதிரொளிப்புக் கீற்றணியை உருவாக்கினார். அதன் பிறகு குழி ஆடிகளில் அமைந்த கீற்றணிகளையும் அவர் உருவாக்கினார்.

நிறமாலை வகை. ஓர் ஒளித் தோற்றுவாயிலிருந்து வரும் ஒளியைப் பகுப்பாய்வு செய்ய நிறமாலை உதவுகிறது. வெவ்வேறு தோற்றுவாய்கள் வெவ்வேறு அலை நீளங்களில் ஒளியை வெளிப்படுத்துகின்றன. எனவே அவை வெவ்வேறு வகையான நிறமாலைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. அனைத்து நிறமாலைகளையும் நான்கு முக்கியமான வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை தொடர் நிறமாலை, வரிஉமிழ் நிறமாலை, தொடர் உட்கவர் நிறமாலை, வரி உட்கவர் நிறமாலை ஆகியவையாகும். சூடான டங்ஸ்டன் இழை, கரி வில் விளக்கின் நேரின மின்முனை போன்ற சூடான திண்மப் பொருள்கள் வெளியிடும் ஒளியை ஒரு முப்பட்டகத்தின் மூலமாகச் செலுத்தினால் சிவப்பு முதல் ஊதா வரையான அனைத்து நிறங்களும் அடங்கிய ஒரு தொடர் நிறமாலை கிடைக்கிறது. இத்தகைய நிறமாலையின் பொலிவு தோற்றுவாயின் தன்மையையும் அதன் வெப்பநிலையையும் பொறுத்திருக்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட உயர் வெப்பநிலையில் உள்ள அனைத்துத் திண்மப் பொருள்களும் ஏறக்குறைய ஒரே வகையான தொடர் நிறமாலையை வெளியிடுகின்றன.

ஒரு நிறமாலை அளவி வழியாகப் பாதரச ஆவி விளக்கு, சோடியம் விளக்கு, நியான் மின்னிறக்கக் குழாய் போன்ற ஒளி மூலங்களிலிருந்து வரும் ஒளியைச் செலுத்தினால் ஒரு கரிய பின்னணியில் பொலிவுள்ள பல நிற வரிகளாக நிறமாலை அளவியின் துளையின் பிம்பம் தெரிகிறது. துளையின் பிம்பம் ஒரு மெல்லிய கோடாக உள்ளமையாலேயே இத்தகைய நிறமாலை, வரி நிறமாலை எனப் பெயர் பெற்றது. வரித் துளைக்குப் பதிலாக வட்டமான துளையைப் பயன்படுத்தினால் பல நிறங்களில் வட்டமான பிம்பங்கள் கிடைக்கும்.

உலோக வில்களிலிருந்தும் பொறிகளிலிருந்தும் மிகப் பெரும் பொலிவு கொண்ட நிறமாலை வரிகள் வெளிப்படுகின்றன. கரி வில் விளக்கின் நேரின மின் முனையைப் பல்வேறு வேதிப் பொருள்களில் தேய்த்து எடுத்து அதன் வரி நிறமாலைகளைக் காணலாம். கரி மின்முனையைச் சாதாரண உப்புக் கரைசலில் தோய்த்து எடுத்து வில் விளக்கில் வைத்து எரித்தால் அதன் நிறமாலையில் சோடியத்தின் பொலிவு மிக்க மஞ்சள் இரட்டை வரிகள் தென்படும். கரி நேர் மின்முனையின் குழியில் உலோகத் தூள்களையும் உப்புகளையும் இட்டு அவற்றின் வரி நிறமாலைகளைக் காணலாம். வரி நிறமாலை எப்போதும் சூடான வளிம நிலைப் பொருள்களிலிருந்து மட்டுமே கிடைக்கும். கரி வில் விளக்கில் வெவ்வேறு பொருள்களை வைத்தால் அவை ஆவியாகி வரி நிறமாலைகளை வெளியிடுகின்றன.

ஒரு தொடர் நிறமாலை ஒளியைத் திண்ம நிலையில் அல்லது நீர்ம நிலையில் உள்ள ஓர் ஒளி புகும் ஊடகத்தின் வழியாகச் செலுத்தினால் தொடர் நிறமாலையின் சில பகுதிகள் மறைந்துவிடுகின்றன. இது தொடர் உட்கவர் நிறமாலை எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக வெள்ளை ஒளியைப் பச்சை நிறக் கண்ணாடியின் வழியாகச் செலுத்தும்போது பச்சையைத் தவிர மற்ற நிறங்கள் தடுக்கப்பட்டுவிடுகின்றன. ஊடகம் சில குறிப்பிட்ட ஒளியை உட்கவர்ந்துவிடுவதால் இவ்விளைவு தோன்றுகிறது. வெள்ளை ஒளியை ஒரு வளிமத்தின் வழியாகச் செலுத்தி அதன் பிறகு அந்த ஒளியை ஒரு நிறமாலை அளவியின் வழியே ஆராய்ந்தால் தொடர் நிறமாலையின் கரிய வரிகள் தென்படும். அவ்விடங்களில் உள்ள கதிர்களை வளிமம் உட்கவர்ந்துவிடுவதால் இந்தக் கரிய வரிகள் தோன்றுகின்றன. இது வரி உட்கவர் நிறமாலை எனப்படுகிறது. கரி வில் விளக்கிலிருந்து வரும் வெள்ளை ஒளியை இணை கற்றையாக்கி அதைச் சோடிய ஆவியின் மூலமாகச் செலுத்திப் பின்னர் ஒரு நிறமாலை அளவியின் துளையில் படும்படிச் செய்தால், தொடர் நிறமாலையில் சோடிய மஞ்சள் இரட்டை வரிகள் இருக்க வேண்டிய இடத்தில் அவையே போன்ற இரண்டு கரிய வரிகள் மட்டும் தென்படும். நிறமாலை அளவியில் ஒரு புகைப்படத் தட்டைப் பொருத்திவிட்டால் புற ஊதாப்பகுதியில் மேலும் அதிகமான எண்ணிக்கையில் உட்கவரப்பட்ட சோடிய வரிகளைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இவ்வாறு ஓர் ஒழுங்கு முறையில் வரிசையாக அமைந்த உட்கவர் நிறமாலை வரிகள் சில பொருள்களால் மட்டுமே முக்கியமாக லித்தியம், சோடியம், பொட்டாசியம், ரூபீடியம், சீசியம் ஆகிய காரத் தனிமங்களால் உண்டாக்கப்படுகின்றன. ஆனால் வளிம நிலையில் உள்ள அனைத்துத் தனிமங்களுமே வழக்கமாகப் புற ஊதாப் பகுதியில் பல உட்கவர் நிறமாலை வரிகளை உண்டாக்குகின்றன.

சூரியனின் ஒளியை ஒரு நிறமாலை அளவியின் வழியாகப் பார்த்தால் ஒரு தொடர் நிறமாலை கிடைக்கிறது. இதில் ஆயிரக்கணக்கான கரிய வரிகள் உள்ளமையை 1802ஆம் ஆண்டில் வோலாஸ்டான் என்பாரும் 1817ஆம்

ஆண்டில் ஃபிரான்ஹோஃபர் என்பாரும் தனித்தனியாகக் கண்டுபிடித்தனர். ஃபிரான்ஹோஃபர் பல நூற்றுக்கணக்கான வரிகளைப் பதிவு செய்து அவற்றில் மேம்பட்டுக் காணப்பட்ட எட்டு வரிகளுக்கு A, B, C, D, E, F, G, H என்னும் பெயர்களை அளித்தார். இவ்வரிகள் அவர் பெயராலே ஃபிரான்ஹோஃபர் வரிகள் எனப்படுகின்றன. சூரியனின் வளிம மண்டலத்தின் உட்கவர் தன்மை காரணமாக இந்தக் கரிய வரிகள் உண்டாகின்றன. சூரியனின் மேற்பரப்பு 6000 கெல்வின் வெப்பநிலையில் உள்ளது. இதிலிருந்து அனைத்து அலை நீளங்களும் அடங்கிய ஒரு தொடர் நிறமாலை வெளிப்படுகிறது. இந்த ஒளி சூரிய வளிமண்டலத்தின் சற்றே குறைந்த வெப்பநிலையில் உள்ள பகுதிகளின் வழியாகக் கடந்து வரும்போது சில குறிப்பிட்ட அலை நீளமுள்ள கதிர்கள் உட்கவரப்பட்டு விடுகின்றன. சூரியனின் வளி மண்டலம் வளிம நிலையில் உள்ளமையால் அதிலுள்ள அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும் அனைத்து அலைநீளங்களையும் சம அளவில் உட்கவர்வதில்லை. அவற்றை உயர் வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கினால் அவை வெளியிடக்கூடிய அலை நீளங்களையே அவை தொடர் நிறமாலையிலிருந்து உட்கவர்கின்றன. இவ்வாறு ஒரு வேதித் தனிமத்தின் அணுக்கள் தமக்குச் சிறப்பியல்பான சில குறிப்பிட்ட அலை நீளக் கதிர்களை உட்கவர்கின்றன. இதே போலச் சூரிய ஒளி புவியின் வளி மண்டலத்தைக் கடந்து வரும்போதும் சில குறிப்பிட்ட அலை நீளக் கதிர்கள் உட்கவரப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு தனிமமும் வெளியிடும் நிறமாலை வரிகளைப் பற்றி அறிய முடியும். அதே அலை நீள வரிகளை அவை சூரியனின் தொடர் நிறமாலையிலிருந்து உட்கவர்ந்து கொள்கின்றன. இதன் மூலம் சூரியனின் வளி மண்டலத்திலுள்ள தனிமங்களை அடையாளம் கண்டுபிடிக்க முடிகிறது. இவ்வாறு புவியில் உள்ளனவாகத் தெரிய வந்திருக்கும் தனிமங்களில் மூன்றில் இரண்டு பங்கு சூரியனிலும் உள்ளமை கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. எஞ்சியுள்ளவை உட்கவர்தலை உண்டாக்க முடியாத அளவுக்குக் குறைவாகப் பரவி இருக்கலாம் அல்லது வெப்பநிலை அளவுக்கு மேலாகவோ, குறைவாகவோ உள்ளமையால் அவற்றின் உட்கவர் நிறமாலைகள் வெளிவர முடியாமல் போயிருக்கலாம்.

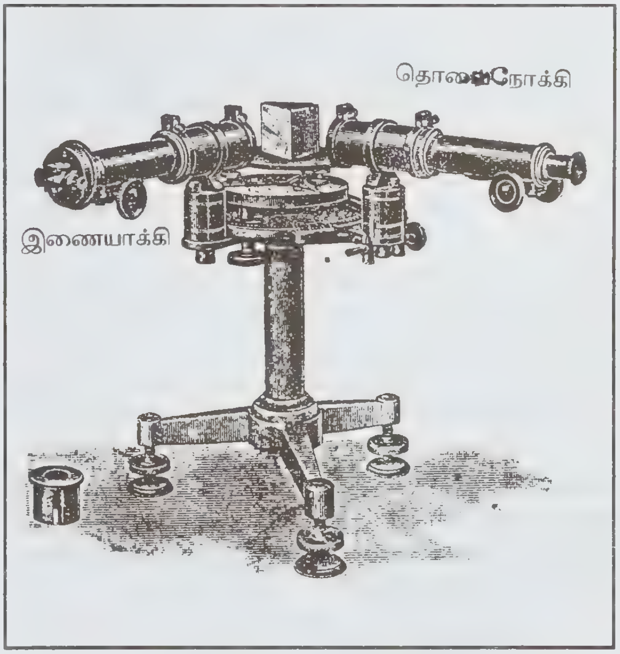
- கே.என். ராமசந்திரன்

துணைநூல். H.E. White, *Modern College Physics*, Van Nostrand Company, USA, 1963.

நிறமாலை அளவி

நிறமாலைகளைப் பகுப்பாய்வு செய்து அவற்றிலுள்ள வரிகளின் அலைநீளங்களையும், அதிர்வெண்களையும், ஊடகம் மற்றும் ஒளி மூலங்களின் ஒளியியல் பண்புகளையும் கண்டுபிடிக்க உதவும் கருவி, நிறமாலை அளவி எனப்படும். இதில் இணையாக்கி, மேடை, தொலைநோக்கி ஆகிய இன்றியமையாப் பகுதிகள் உள்ளன.

இணையாக்கி ஒரு முனையில் ஒரு சிறிய பிளவும், மறு முனையில் நிறப் பிறழ்ச்சி நீக்கிய வில்லை ஒன்றும் பொருத்தப்பட்ட ஓர் உலோகக் குழல் அமைப்பு ஆகும். உண்மையில் இதில் ஒன்றுக்குள் ஒன்று செருகக்கூடிய இரண்டு குழல்கள் உள்ளன. பிளவின் அகலத்தையும் உயரத்தையும் தேவைக்கு ஏற்றவாறு சீர் செய்து கொள்ள முடியும். பிளவு ஓர் இருபக்க இணைச் செவ்வக (trapezium) வடிவில் உள்ளது. பிளவுக்கும் வில்லைக்கும் இடையிலுள்ள தொலைவை மாற்றியமைத்துக் கொள்ள ஒரு திருகு பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது.

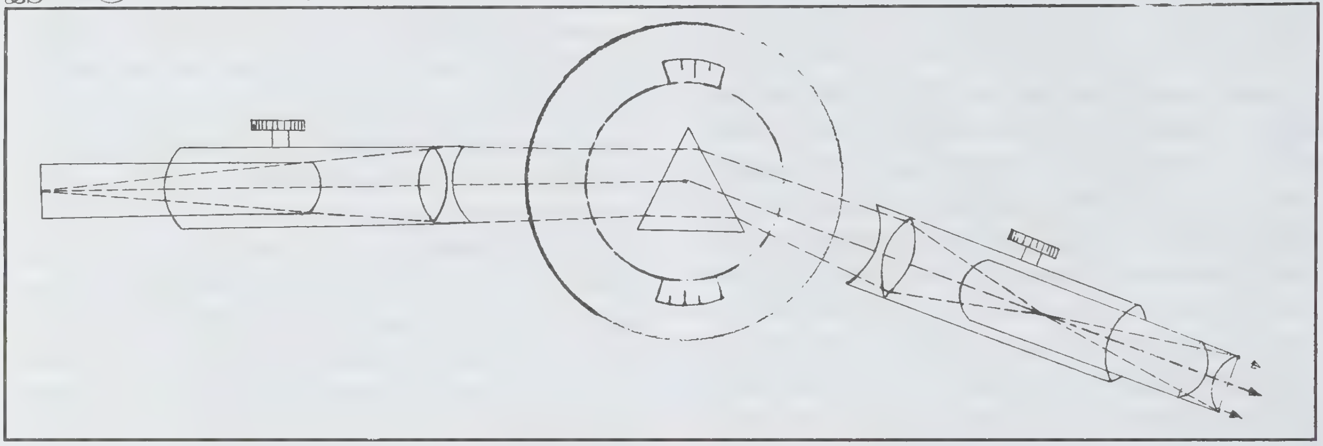


படம் 1. ஆய்வுக் கூட நிறமாலை அளவி

நிறமாலை அளவியின் மைய அச்சைச் சுற்றிச் சுழலும் வகையில் பட்டக மேடை அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இம்மேடையின் மட்டத்தைக் கிடையாக்க உதவும் வகையில் மூன்று மட்டப்படுத்தும் திருகுகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த மேடை உண்மையில் இரண்டு வட்டத் தகடுகள் கொண்ட அமைப்பாகும். இதன் மேல் தகட்டின் மேல் பரப்பில் மையமுள்ள வட்டங்களும்,

ஒரு விட்டக் கோடும், அதற்குச் செங்குத்தாக ஒரு நாணும் வரையப்பட்டிருக்கின்றன. மேடைமீது வைக்கப்படும் பொருள்களைச் சமச்சீர்மையாக வைக்க இவை உதவும். பொருள்களை அசையாமல் பொருத்துவதற்காகத் தாங்கிகளும் இறுக்கிகளும் மேடையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

மேடை மீது வைக்கப்பட்டுள்ள முப்பட்டகத்தின் வழியாகவோ கீற்றணியின் வழியாகவோ செலுத்தப்பட்டு நிறப்பிரிகை அடைந்து தொலைநோக்கியின் பார்வைப் புலத்தில் நிறமாலையை உண்டாக்குகின்றன.

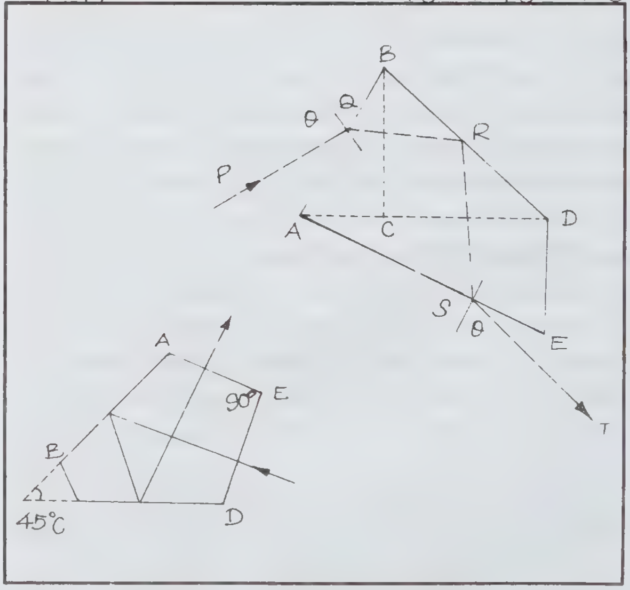


படம் 2. நிறமாலை அளவியின் அமைப்பு

தொலைநோக்கி, வானியல் தொலைநோக்கியின் வகையைச் சேர்ந்ததாகும். இதில் பொருள்களின் பிம்பங்கள் தலைகீழாகத் தெரியும். இதன் பொருளருகு வில்லை இணைக்கதிர்களைக் குவித்துக் கண்ணருகு வில்லையின் முன் பக்கத்தில் ஒரு மெய்ப்பிம்பத்தை ஏற்படுத்தும். கண்ணருகு கருவி ராம்ஸ்டன் வகையைச் சேர்ந்தது. இதில் ஒரு மெல்லிய குறுக்கிழை அமைப்பு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இந்தத் தொலைநோக்கி நிறமாலை அளவியின் அச்சைச் சுற்றிச் சுழலக் கூடியது ஆகும். தொலைநோக்கியின் பீடத்துடன் பாகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்ட ஒரு வட்ட அளவுகோல் கூடவே சுழலும் வகையில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. வட்ட அளவுகோலின் மேல் ஒரு வட்டத்தகடு அதே அச்சில் தனியாகவும் தேவைப்படும்போது பட்டக மேடையுடன் இணைந்தும் சுழலக்கூடிய வகையில் அமைந்துள்ளது. இந்தத் தட்டின் விட்ட எதிர் முனைகளில் இரண்டு வெர்னியர் துண்டுகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

தொலைநோக்கியையும், வெர்னியர் மேடையையும் வேண்டும் இடங்களில் பொருத்திவிடும் வகையில் இறுக்கிகள் அமைந்துள்ளன. இவற்றைப் பொருத்திய பின்னர் நுண்ணிய சரிபீடுகள் செய்ய உதவியாகத் தொடுவியல் திருகுகளும் உள்ளன. தொலைநோக்கி, இணையாக்கி ஆகியவற்றின் ஒளியியல் அச்சுகள் நிறமாலை அளவியின் பொது அச்சில் சந்திக்குமாறும் செங்குத்தாக இருக்குமாறும் அமைந்துள்ளன. தொலை நோக்கி எப்போதும் இணைக் கற்றைகளுக்குக் குவியப்படுத்தப்படுகிறது. துளையில் விழும் ஒளிக் கற்றைகளை இணையாக்கி, இணைக் கற்றைகளாக மாற்றி அனுப்புகிறது. இக்கற்றைகள் பட்டக

மாறாத் திசை மாற்ற நிறமாலை அளவியில் ஒரு சிறப்பு அமைப்புக் கொண்ட முப்பட்டகத் தொகுப்பு பயன்படுகிறது. இதன் ABC பகுதி $60^0 + 30^0 + 90^0$ பாகைகள் கொண்ட ஒரு முப்பட்டகம். BCD என்னும் பகுதி $45^0 + 45^0 + 90^0$ பாகைகள் கொண்டது. ADE பகுதி $30^0 + 60^0 + 90^0$ பாகைகள் கொண்ட முப்பட்டகம். இவை BC AD ஆகிய முகங்களில் பொருந்தியிருக்கின்றன. AB தளத்துடன் θ கோணத்தில் சாய்ந்துள்ள PQ என்னும் படுகதிர், ஒளி விலக்கம் அடைந்து BD தளத்தின் மேல் 45^0 பாகையில் சாய்ந்து படுகிறது. அங்கு



படம் 3. இருவகை மாறாத் திசையற்ற பட்டகங்கள்

இது முழு அக எதிர்பலிப்பு அடைந்து RST என்னும் பாதையில் AEக்கு θ பாகை சாய்வுடன் வெளிப்படுகிறது. படுகதிரும், வெளி வரு கதிரும் ஒன்றுக்கொன்று லம்பமாக இருக்கும். மாறாத் திசை மாற்ற நிறமாலை அளவியில் இணையாக்கியும் தொலைநோக்கியும் ஒன்றுக்கொன்று லம்பமாய் அசையாது பொருத்தப்பட்டிருக்கும். பட்டக மேடையுடன் இணைக்கப்பட்ட ஓர் உருளையில் அளவீடுகள் அலைநீளங்களாகக் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பட்டக மேடையுடன் முப்பட்டகத்தைச் சுழற்றும்போது வெவ்வேறு அலை நீளங்கள் உள்ள ஒளிக்கற்றைகள் தொலைநோக்கியின் குறுக்கிழை மையத்துடன் வரிசையாகப் பொருந்தும். அப்போது உருளை காட்டும் அளவீடு அந்த ஒளிக் கற்றையின் அலை நீளம் ஆகும். நிறமாலை அளவியின் தொலைநோக்கியில் ஓர் ஒளிப்படக் கருவியைப் பொருத்திவிட்டால் அது நிறமாலை வரைவி ஆகிவிடும். படம் 3 இல் இரு வகையான மாறாத் திசை மாற்றப் பட்டகங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

- கே.என். ராமசந்திரன்

நிறமாலை ஒளி அளவியல்

ஒளிக் கடத்துந் திறன் அல்லது எதிரொளிப்புத் திறனை அலை நீளத்தின் சார்பெண்ணாக அளவிடப் பயன்படும் செய்முறை, நிறமாலை ஒளி அளவியல் (spectrophotometry) எனப்படுகிறது. சொல்லிலக்கணத்தின் அடிப்படையில் நிறமாலை ஒளி அளவியல் என்னும் சொல் முழுப் பொருளையும் கொடுப்பதாக அமையவில்லை. ஒளி அளவியல் என்று சொல்லும்போது ஒளியை அளவிடுகின்ற செயலாக அது பொருள் தருகின்ற போதிலும் நிறமாலை ஒளி அளவியலில் கண்ணுக்குத் தெரியும் 0.4 முதல் 0.7 மைக்ரோ மீட்டர் வரையான அலை நீளங்களுள்ள ஒளி மட்டுமேயன்றி மின் காந்த நிறமாலையின் முழு நெடுக்கமும் அளவிடப்படுகிறது. மேலும் நிறமாலை ஒளிஅளவியலில் கதிர்வீச்சு ஆற்றல் அளக்கப்படுவதில்லை. கடத்தப்பட்ட அல்லது எதிரொளிக்கப்பட்ட ஆற்றலுக்கும், படுகதிர் ஆற்றலுக்கும் இடையிலுள்ள தகவே அளவிடப்படுகிறது. எனினும் 0.25 முதல் 10 மைக்ரோ மீட்டருக்கும் மேலான அலை நீளக் கதிர்களுக்குக் கடத்துந் திறனையோ எதிரொளிப்புத் திறனையோ, இரண்டையுமோ அளக்க விற்பனை செய்யப்படுகிற கருவிகள் நிறமாலை ஒளி அளவிகளென்றே குறிப்பிடப்படுகின்றன. இவை நிறமாலைக் கதிர் அளவிகளிலிருந்து (spectro radiometer) வேறுபட்டவை. நிறமாலைக் கதிர் அளவிகள் கதிர் வீச்சு ஆற்றலை, அலை நீளத்தின் சார்பெண்ணாக அளக்கின்றன. நிறமாலை ஒளி அளவிகளும், கதிர் அளவிகளும் ஆய்விற்கெனச் சிறப்பாக உருவாக்கப்பட்டுக் குறைந்த அலை நீளக் கதிர்களையும், மிகுந்த அலை நீளக் கதிர்களையும் அளவிடும் வகையில் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. தனிப்பட்ட விருப்பத்தின் பேரில் உருவாக்கப்பட்ட இத்தகைய கருவிகள் நிறமாலைக் கதிர் அளவிகள், நிறமாலைக் கதிர்க் கடத்தும் அளவிகள், நிறமாலைக் கதிர் எதிரொளிப்பு அளவிகள் என்றும் குறிக்கப்படுகின்றன.

வேதிப் பகுப்பாய்வு, உலோகவியல், கனிமவியல், உயிரியல், மருத்துவம், குற்றவியல் போன்ற துறைகளில் நிறமாலை ஒளி அளவியல் விரிவாகப் பயன்படுகிறது. வேதிப் பகுப்பாய்வுக்கும், மருத்துவ நோக்கங்களுக்கும் மிகப் பரவலாகவும், மிகுந்த நுண்ணுணர்வு நுட்பத்துடனும் செய்யப்படும் நிறமாலை ஒளியியல் ஆய்வுகளில் நிறமாலை ஒளிக் கடத்துந் திறன் அளவிடப்படுகிறது. பொருள்களுக்கு நிறமூட்டப் பயன்படும் சாயங்கள், வண்ணப் பூச்சுகள், நிறமிகள் ஆகியவற்றின் நிறங்கள், கலப்பு விதிகள் ஆகியவற்றை அளவிடுவதில் நிறமாலை ஒளியியலின் பங்கு அதிகரித்துக் கொண்டே வருகிறது. கண்ணுக்குத் தெரியும் ஒளிகளைப் பகுப்பாய்வு செய்யும் நிறமாலை ஒளி அளவிகள் இவ்வாறான நிறப் பகுப்பாய்வுக்கும், வேதிப் பகுப்பாய்வுக்குமே முக்கியமாகப் பயன்படுகின்றன. நிற அளவீட்டுக்கு நிறமாலை எதிரொளிப்புத் திறனை அளவிடுதல் இன்றியமையாதது.

பொதுமக்கள் உடைகளிலும், துணிகளிலும், சாயப் பூச்சுகளிலும் மிகச் சிறிய அளவில் வேறுபட்ட நிறங்களில் ஆர்வம் காட்டத் தொடங்கியுள்ளனர். நிறப் பொருத்தங்களில் மிகவும் சரியான நிறங்கள் அல்லது சாயல்கள் அமையவேண்டும் எனக் கருதுகின்றனர். மேலும் விற்கப்படும் பொருள்களைச் சில குறிப்பிட்ட நிறங்களில் இருந்தால் அவை தரமுள்ளவையாகவும், புதியவையாயும், மனத்துக்குப் பிடித்தவையாயும் இருக்கும் என மக்கள் எண்ணுகின்றனர். சில பொருள்களின் நிறங்கள் அப்பொருள்களின் மேல் வெறுப்பை உண்டாக்குவதுண்டு. இத்தகைய மனப் போக்கினால் நிறமாலை அளவியலின் பணி மிகவும் துல்லியமாக இருக்க வேண்டிய கட்டாயம் ஏற்பட்டிருக்கிறது. நிற அளவீட்டின்போது ஒவ்வொரு நிறப்பட்டையின் அலை நீளத்தையும் 0.5 நானோ மீட்டருக்கு மேற்படாத துல்லியத்துடன் அளக்கவேண்டும். எதிரொளிப்புத் திறனை 2%க்கு மேற்படாத துல்லியத்துடன் அளவிட வேண்டும்.

நிறமாலை ஒளி அளவியில் ஒரு கதிர்வீச்சுத் தோற்றுவாய் உள்ளது. இக்கருவி அளக்க வேண்டிய அலைநீள நெடுக்கம் முழுவதிலும் கதிர் வீச்சு ஆற்றல் இடைவிடாது பரவியிருக்க வேண்டும். கருவி படுகதிர் ஆற்றலுக்கும் சோதனை மாதிரிப் பொருளால் எதிரொளிக்கப்படும் அல்லது கடத்தப்படும் ஆற்றலுக்குமிடையிலுள்ள தகவை மட்டுமே அளவிடுவதால்

கதிர்த் தோற்றுவாயின் நிறமாலைப் பரவீட்டைப் பற்றிய நுணுக்கமான விவரங்கள் தேவைப்படா. மாதிரிப் பொருளின் மேல் பாய்ச்சுவதற்காக ஒளி அளவி தேர்ந்தெடுக்கும் நிறமாலைப் பகுதியில் அளவிடக் கூடிய ஆற்றல் செறிவு இருந்தால் போதுமானது. ஒளி அளவியிலுள்ள ஒற்றை நிறமாக்கி (monochromator) என்னும் பகுதி தேவையான அலை நீளப் பகுதியைத் தேர்ந்தெடுக்க உதவுகிறது. விற்பனையாகும் பெரும்பாலான நிறமாலை ஒளி அளவிகளில் உள்ள ஒற்றை நிறமாக்கிகளில் ஒரு முப்பட்டகம் அல்லது ஒன்றன்பின் ஒன்றாக வைக்கப்பட்ட இரண்டு முப்பட்டகங்கள் இருக்கும். நிறத் தூய்மையை அதிகப்படுத்துவதற்காக முப்பட்டகங்களுக்கு இடையில் ஒரு சிறு துளைப் பிளவு வைக்கப்படுவதுண்டு. நிற அளவீட்டின்போது நிறப்பட்டை 10 நானோ மீட்டருக்கு மேல் அகலமாக இருக்கக்கூடாது. நிறமாலை கடத்து ஆற்றலை அளவிடுவதற்காக உருவாக்கப்பட்ட சில நிறமாலை அளவிகளில் இந்தப் பட்டை அகலம் 1 நானோ மீட்டர் அளவில் உள்ளது.

மாதிரிப் பொருளிலிருந்து எதிர்ப்பலிக்கப்படும் ஆற்றலை ஒப்பிடுவதன் மூலம் மாதிரிப் பொருளின் நிறமாலை எதிரொளிப்புத் திறன் அளவிடப்படுகிறது. MgO, $BaSO_4$ அல்லது ஹாலோன் (halon) எனப்படும் பாலிபுளூரோ கார்பன் பூசப்பட்ட வெள்ளைப் பரப்புகள் தர அறுதியிடு பரப்புகளாகப் பயன்படுகின்றன. ஒரு கொள்கை அடிப்படையில் குறிக்கோள் தன்மையுள்ள முழு எதிரொளிப்பானிலிருந்து எதிரொளிக்கப்படும் ஆற்றலின் சதவீதமாகப் பொருள்களின் எதிரொளிப்புத் திறன்கள் குறிப்பிடப்பட வேண்டும் என அனைத்து நாட்டு உடன்பாடு ஏற்பட்டிருக்கிறது. இதற்கேற்ற வகையில் வெள்ளைப் பரப்பின் எதிரொளிப்புத் திறன் அளவு குறிக்கப்பட வேண்டும். பளபளப்பான அல்லது ஓரளவு பளபளப்பான பரப்புகள் கொண்ட பொருள்களின் எதிரொளிப்புத் திறன் படுகதிர், சேகரிக்கப்பட்ட எதிரொளிப்புக் கதிர் ஆகியவற்றின் வடிவியல் பரவீட்டைப் பொறுத்து அமைகிறது. எதிர்ப்படும் இடங்களும், சேகரிக்கப்படும் இடங்களும் எவ்வாறு அமைந்திருக்க வேண்டும் என்பதைப் பற்றிய நிபந்தனைகள் CIE என்னும் ஒளி விளக்கத்திற்கான அனைத்து நாட்டுக் குழுவினால் பரிந்துரை செய்யப்பட்டிருக்கின்றன.

நவீன நிறமாலை ஒளி அளவிகளில் பெரும்பாலானவை படுகதிரின் சராசரி அலை நீளத்தைப் படிப்படியாக மாற்றும்போது எதிரொளிப்புத் திறனையும், கடத்துந்திறனையும் தாமாகவே தொடர்ந்து பதிவு செய்யும் வகையில் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. சில கருவிகளில் தனித்தனியான அலை நீளங்களுக்கான எதிரொளிப்புத் திறன், கடத்துந்திறன் ஆகியவற்றின் எண் மதிப்புகள் அட்டைகளிலும், பதிவு நாடாக்களிலும் பதிவு செய்து அளிக்கப்படுகின்றன அல்லது கணிப்பொறிகளுக்கு அனுப்பப்பட்டு உடனடியாக எண்ணியல் பகுப்பாய்வு செய்யப்படுகின்றன. தொழில் துறை மற்றும் வணிகமுறையிலான நிற அளவீட்டுக்காக 1970ஆம் ஆண்டின் இறுதியில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட நிறமாலை ஒளி அளவிகளில் மைக்ரோ கணிப்பொறிகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை CIE குழு பரிந்துரைத்துள்ள கணக்கீடுகளைச் செய்கின்றன. முன்னதாக அளந்து வைத்திருக்கிற ஒரு படித்தரப் பரப்புக்கும் மாதிரிப் பொருளின் பரப்புக்கும் இடையிலுள்ள நிற வேறுபாடு போன்ற எந்த ஒரு தகவலையும் அனைத்து நாட்டு அளவில் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட குறிகளாகவும் அளவுகளாகவும் அளக்கிற வகையில் அவற்றுக்குத் திட்ட ஆணைகளை அளிக்கலாம்.

நிறமாலை ஒளி அளவியில் எதிரொளிப்புத் திறனை அளக்கும் உறுப்பு நிலைப்பாடு உள்ளதாக இருக்க வேண்டும். மாதிரிப் பொருளிலிருந்தும் படித்தரப் பரப்பிலிருந்தும் எதிரொளித்த கதிர்கள் வந்து சேருவதற்கு இடையில் உள்ள தவிர்க்க முடியாத கால தாமதத்தின்போது தோன்றக்கூடிய போலியான மதிப்புகளை இது தவிர்க்க வேண்டும். நிறத்தை அளவிடும் பெரும்பாலான ஒளி அளவிகள் படித்தரப் பரப்பிலிருந்தும் மாதிரிப் பரப்பிலிருந்தும் வரும் எதிரொளிப்பு ஒளிகளை நொடிக்கு 60 முறை மாறி மாறிப் பதிவு செய்கின்றன. இதன் மூலம் ஒளித் தோற்றுவாயின் செறிவிலோ, துலக்கி மற்றும் பெருக்கியின் பயனுறு திறத்திலோ மெதுவாக ஏற்படக்கூடிய மாற்றங்களினால் தோன்றக்கூடிய பிழைகள் தவிர்க்கப்படுகின்றன.

ஒளிரும் பொருள்கள் நிறமாலை ஒளி அளவீட்டை மிகவும் சிக்கலாக்கிவிடுகின்றன. கொள்கைப்படி, ஒற்றை நிற ஒளியையே இத்தகைய பொருள்களின் மேல் செலுத்தவேண்டும். ஒவ்வொரு படுகதிர் நிறப்பட்டைக்கும் அலகு கதிர்வீசுந்திறனுக்கான, எதிரொளித்த மற்றும் ஒளிர்வு மூலம் வெளிப்பட்ட ஒளியின் முழுமையான நிறமாலைப் பரவீட்டையும் அளக்க வேண்டும். இதற்கு மாதிரிப் பொருளிலிருந்து வரும் கதிர்களின் கதிர்வீசுந்திறனை அலை நீளங்களின் சார்பெண்ணாக அளவிடும் நிறமாலைக் கதிர் வீசல் அளவியல் முறையைப் பயன்படுத்த வேண்டும். நிறமாலை ஒளி அளவியல் இதற்குப் பயன்படாது. இத்தகைய அளவீட்டின் பயன்களை ஒரே வரைகோட்டினால் குறிப்பிட்டுவிட முடியாது. உமிழப்பட்ட அலை நீளங்களுக்கும் உமிழப்பட்ட ஆற்றலுக்கும் இடையில் வரையப்பட்ட வரைகோடுகளின் ஒரு தொகுப்பாகவே இவை அமையும். படுகதிர்ப் பட்டையின்

சராசரி அலை நீளம் ஒவ்வொரு வரைகோட்டுக்கும் துணை அலகாக எடுத்துக் கொள்ளப்படும். இதற்குப் பதிலாக உமிழப்பட்ட ஆற்றலின் அளவுக்கும் படுகதிர்ப் பட்டையின் சராசரி அலை நீளத்திற்கும் இடையில் கிளர்வு வரைகோடுகளை வரையலாம். உமிழப்பட்ட ஆற்றலின் சராசரி அலை நீளம் இதற்குத் துணை அலகாக இருக்கும். பெரும்பாலான ஒளிரும் பொருள்களின் உமிழ்வுக்கு ஒரு வரையறுக்கப்பட்ட அரை வாழ்நாள் உள்ளமையால் படுகதிரைப் படித்தரப்பரப்பின் மேலும் மாதிரிப் பொருளின் மேலும் மாறி மாறிச் செலுத்தும் மினுக்கல் முறையில் அளவீடுகள் துல்லியமாக இருக்கும் என்று உறுதியாகச் சொல்ல முடியாது.

- கே. என். ராமசந்திரன்

நிறமாலை நோக்கி

இது நிறமாலை ஆய்வுக்காகப் பயன்படும் ஓர் ஒளியியல் கருவியாகும். நிறமாலை நோக்கி பல்வேறு அலை நீளக் கதிர்களைத் தனித்தனியே பிரித்து நிறமாலை ஒன்றைப் பெறப் பயன்படுகிறது. நிறமாலை நோக்கிகளில் முப்பட்டகம் அல்லது விளிம்பு விளைவுக் கீற்றணி மற்றும் குறுக்கீட்டு விளைவு அளவிகள் பயன்படுகின்றன. நிறமாலைகளைக் கண்ணால் பார்க்கவும், வரைபடத்தில் பதிவு செய்யவும், ஒளிப்படத் தகடுகளில் பதிவு செய்யவும் இக்கருவி பயன்படுகிறது. இதன் ஒவ்வொரு முறையும் உணர்நுட்பம் மிக்கது.

நிறமாலை நோக்கியில் கதிர்வீச்சுகளின் பல அலைநீள வரிகளை ஒளிப்படத் தகடுகளில் பதிவு செய்யும் அமைப்புடன் கூடிய கருவியை நிறமாலை வரைவி என்பர். நியூட்டன், ஃபிரான்ஹோஃபர் முதலியோரால் பயன்படுத்தப்பட்ட முதல் முப்பட்டக நிறமாலை நோக்கியில் ஒருதளக்குறை (astigmatism) ஏற்பட்டது எனக் கூறப்பட்டுள்ளது.

கிர்காஃப், பூன்செய் முதலானோரின் முதல் நிறமாலைநோக்கியில் இந்த ஒருதளக்குறைபாடு முற்றிலும் நீக்கப்பட்டிருந்தது. இதற்காக முப்பட்டகத்தின் மீது இணை கதிர்களை விழச்செய்ய இணையாக்கும் வில்லை ஒன்று பயன்படுத்தப்பட்டது.

முப்பட்டக நிறமாலை நோக்கியில் முப்பட்டகத்தினுள் இணை ஒளிக்கற்றை செல்லுமாறும் ஒளியூட்டப்பட்ட பிளவு முப்பட்டகத்தின் விளிம்புக்கு இணையாகவும் அமைக்க வேண்டும். இதனால் முப்பட்டகத்தில் பல்வேறு நிறக்கதிர்கள் சிறும திசைமாற்றக் கோணத்தில் சமச்சீராகப் பிரியும். எனவே ஒருதளக்குறை பெருமளவில் குறைக்கப்படுகிறது. நிறமாலை நோக்கியின் ஒளியியல் பகுதிகளைப் பின்வருமாறு காணலாம்.

பிளவு. நிறமாலை நோக்கியில் பிளவு, குறுகிய செவ்வக வடிவமாகவும், செங்குத்தாகவும் அமைக்கப்படுகிறது. பிளவின் தடிமனைக் குறைக்கவோ கூட்டவோ முடியும் வகையில் திருகு ஒன்று பொருத்தப்பட்டிருக்கும். பிளவு ஒற்றைநிற ஒளி அல்லது கூட்டு ஒளியால் ஒளியூட்டப்படுகிறது.

இணையாக்கி. பிளவு வழியே பாயும் ஒளியை இணை கற்றையாக மாற்ற ஒரு வில்லை அல்லது சமதள ஆடி பயன்படுகிறது. நவீன நிறமாலை நோக்கியில் உள்ள இணையாக்கிகளில் ஒன்றுக்குள் மற்றொன்று செல்லக்கூடிய இரண்டு உருளைவடிவ உலோகக் குழாய்களில் ஒன்றின் ஒரு முனையில் பிளவும் மற்றொன்றின் மறுமுனையில் வில்லையும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். பிளவு, வில்லை இவற்றுக்கிடையேயுள்ள தொலைவைக் கூட்ட அல்லது குறைக்க ஒரு திருகு இருக்கும். இத்தொலைவைச் சரி செய்வதால் வில்லையின் குவியத்தில் பிளவு அமையும்போது ஒளிக்கதிர் இணைக்கற்றையாக வெளிப்படும்.

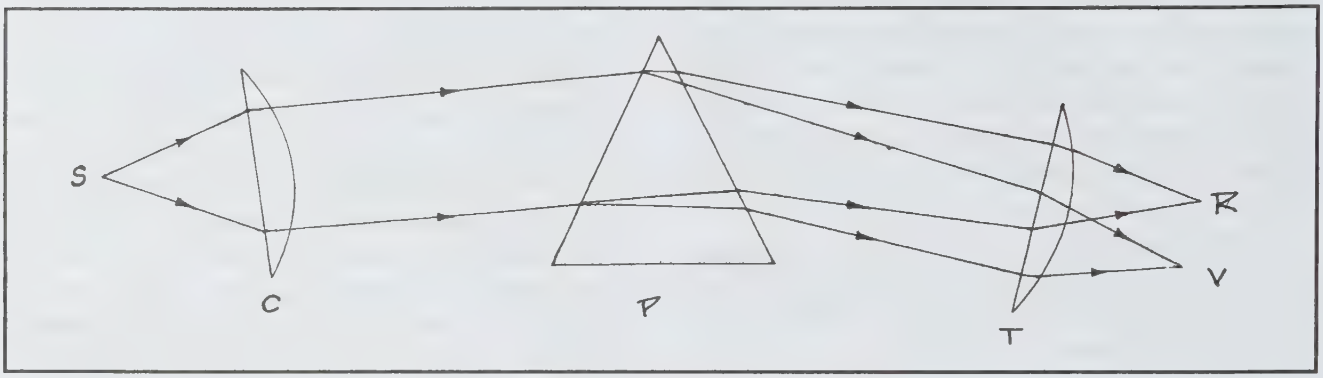
நிறப்பிரிகை செய்யும் அமைப்பு. நிறப்பிரிகை செய்யக் கண்ணாடி முப்பட்டகம் அல்லது சமதள விளிம்பு விளைவுக் கீற்றணி அல்லது குறுக்கீட்டு விளைவு அளவி பயன்படும். இவை இணையாக்கிக்கு நேராக உள்ள மேடைமீது பொருத்தப்படுவதால், இணைக்கற்றைகள் முப்பட்டகத்தின் வழியே செல்ல நிறப்பிரிகை அடையும்.

கண்ணருகு கருவி. நிறப்பிரிகை அடைந்த பல நிறக்கதிர்கள் நிறமாலை நோக்கியின் குவியத்தளத்தில் விழுமாறு செய்ய ஒரு வில்லை பயன்படுகிறது. தற்கால நிறமாலை நோக்கியில் நிறமாலைகளைத் தெளிவாகப் பார்க்க, கண்ணருகு கருவியுடன் கூடிய வானவியல் தொலைநோக்கியும் உள்ளது.

ஒரு முப்பட்டக நிறமாலை நோக்கியில் ஒளிக்கதிர் செல்லும் பாதை மற்றும் அது நிறப்பிரிகை அடையும் விதம் படத்தில் (படம் 1) கோடிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் S-ஒளிமூலம், C என்பது இணையாக்கி வில்லை, P- கண்ணாடி முப்பட்டகம், T- தொலைநோக்கி வில்லை.

ஒளிமூலம் S இலிருந்து புறப்படும் ஒளிகற்றை வில்லை Cஆல் இணை கற்றையாக்கப்படுகிறது. இந்த இணை கற்றை, முப்பட்டகம் Pஇன் மீது படுகிறது. முப்பட்டகத்தினுள் இக்கற்றையின் வெவ்வேறு நிறங்கள் வெவ்வேறு அளவில் ஒளிவிலகலடைகின்றன. முப்பட்டகத்திலிருந்து வெளியேறும் பலநிறக்கதிர்கள் தனித்தனியே இணைகதிர்களாகச் செல்லும். இக்கதிர்கள் தொலைநோக்கி வில்லை T வழியே செல்ல, பல்வேறு நிற வரிகள் தனித்தனியே குவிக்கப்படுகின்றன. இதனால் தெளிவான நிறமாலை வரிகள் தோன்றுகின்றன.

நிறமாலை நோக்கியில் பல்வேறு அலைநீளங்களைக் கொண்ட கதிர்வீச்சுகளைப் பிரிக்க கீழ்க்காணும் மூன்று முறைகளைப் பயன்படுத்தலாம். அவை, கண்ணாடி முப்பட்டகங்களைப் பயன்படுத்தி ஒளிவிலகல் முறையில் நிறப்பிரிகை செய்தல், கீற்றணியைப் பயன்படுத்தி விளிம்பு விளைவு முறையில் நிறப்பிரிகை செய்தல், குறுக்கீட்டு விளைவு அளவிகளைக் கொண்டு நிறப்பிரிகை செய்தல் என்பன.

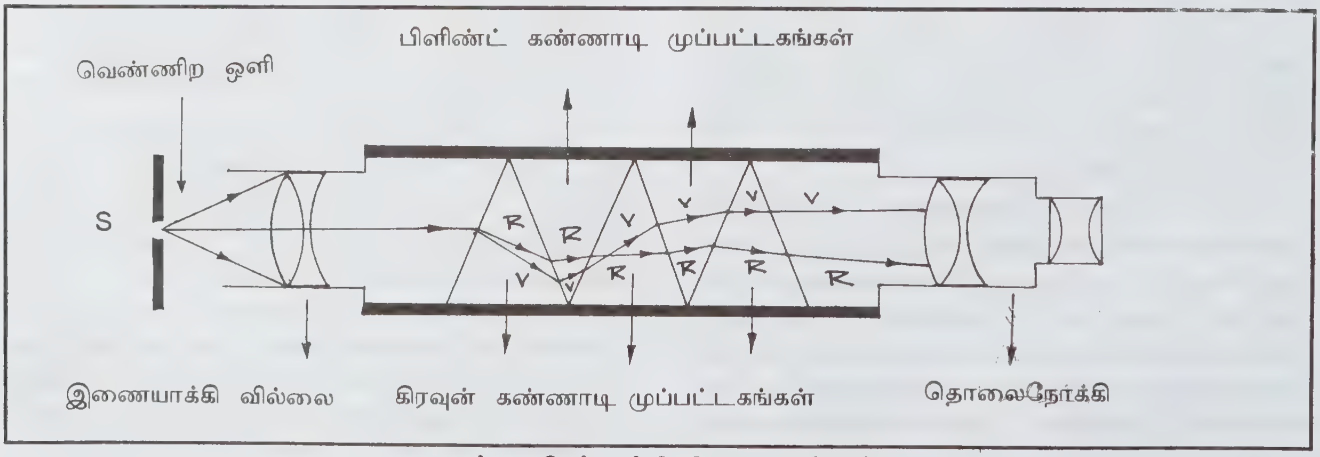


படம் 1. முப்பட்டக நிறமாலை நோக்கி

ஒரு முப்பட்டகத்தால் ஏற்படும் நிறப்பிரிகையின் அளவு அதன் கோணம் மற்றும் அது எவ்வகைப் பொருளால் செய்யப்பட்டுள்ளது என்பதைப் பொறுத்தது. பார்வைப் புலனில் அமையும் கதிர்வீச்சினை நிறப்பிரிகை செய்ய, சாதாரண கண்ணாடி முப்பட்டகங்களும் புற ஊதாக் கதிர்வீச்சுகளை நிறப்பிரிகை செய்யக் குவார்ட்ஸ் படிகம் மற்றும் பாறை உப்பு முதலியவற்றால் செய்யப்பட்ட முப்பட்டகங்களும், அகச் சிவப்புப் பகுதிக் கதிர்வீச்சுகளை நிறப்பிரிகை செய்யப் பாறை உப்பு, பொட்டாசியம் புரோமைடு இவற்றால் செய்யப்பட்ட முப்பட்டகங்களும் பயன்படுகின்றன.

ஒரு நிறமாலை நோக்கியின் முக்கியமான பண்பு அதன் பகுதிறன் (resolving power) ஆகும். நெருக்கமாக உள்ள நிறமாலை வரிகளைப் பிரிக்கும் பண்பையே பகுதிறன் எனலாம். நிறமாலை நோக்கியின் பகுதிறன் $\lambda/d\lambda$ என்னும் அளவால் அளக்கப்படுகிறது. இதில் λ என்பது நிறமாலை வரி ஒன்றின் அலை நீளமாகும். $d\lambda$ என்பது நெருக்கமாக அருகே உள்ள நிறமாலை வரிகளுக்கிடையேயான அலைநீள வேறுபாடாகும். பகுதிறன் மிகுந்திருந்தால் நெருக்கமாக உள்ள வரிகள் நன்றாகத் தனித்தனியே பிரிக்கப்பட்டுத் தெளிவான நிறமாலை தோன்றும். முப்பட்டக நிறமாலை நோக்கியின் பகுதிறன் 5000 முதல் 100000 வரையும், கீற்றணி நிறமாலை நோக்கியின் பகுதிறன் 35000 முதல் 1000000 வரையும், குறுக்கீட்டு விளைவு நிறமாலை நோக்கியின் பகுதிறன் பல பத்து லட்சம் அளவும் அமையும் எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

நேர்காட்சி நிறமாலை நோக்கி. ஒரு நேர்காட்சி நிறமாலை நோக்கியைக் கொண்டு ஒரு கூட்டு ஒளியின் பல்வேறு நிறவரிகளை நேரடியாகக் காண இயலும். இதில் தகுந்த விலகு கோணங்களைக் கொண்ட 3



படம் 2. நேர்காட்சி நிறமாலைநோக்கி

கிரவுன் கண்ணாடி முப்பட்டகங்களும், 2 பிளிண்ட் கண்ணாடி முப்பட்டகங்களும் இருக்கும். இவை ஓர் உலோகக் குழாயின் மையத்தில் படம் 2இல் காட்டியுள்ளவாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். உலோகக் குழாயின் ஒரு முனையில் இணையாக்கி வில்லையும் மற்றொரு முனையில் தொலைநோக்கியும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இதில் நிறமாலை வரிகளின் மொத்த திசை மாற்றக் கோணம் சுழியாகுமாறு கிரவுன் மற்றும் பிளிண்ட் முப்பட்டகங்களின் ஒளிவிலகு கோணங்கள் ஒன்றுக்கொன்று எதிரெதிராக அமைக்கப்பட்டிருக்கும். கிரவுன் கண்ணாடியால் ஒரு திசையில் ஏற்படுத்தப்படும் திசைமாற்றம், பிளிண்ட் கண்ணாடியால் ஏற்படுத்தப்படும் திசைமாற்றத்திற்குச் சமமாகவும் எதிர்த் திசையிலும் ஏற்படுவதால் தொகு திசைமாற்றம் சுழியாகும். இதனால் பிரிக்கப்பட்ட நிறமாலை வரிகள் படுகதிருக்கு இணையாக அமையும்.

முப்பட்டகங்கள் ஒன்றோடொன்று கனடா பால்சம் என்னும் ஒளி ஊடுருவு பசையால் ஒட்டப்பட்டிருக்கும். கனடா பால்சத்தின் ஒளிவிலகல் எண் $\mu = 1.54$. முப்பட்டகப் பரப்புகளிடையே எதிரொளிப்பு ஏற்படுவதைக் குறைக்க இப்பசை பயன்படுகிறது. இக்கருவி பல்வேறு நிறமாலை வரிகளை நன்கு பிரித்துக் காட்டுவதால் நிறமாலைகளை ஆராய இது பயன்படுகிறது.

-சி. எஸ். தினகரன்

நிறமாலையியல்

நிறமாலைவரிகளின் அலை நீளங்களைத் துல்லியமாக அளக்க முடிந்த பிறகே தனிமங்களுடைய நிறமாலைகளின் தன்மையைப் பற்றிய அறிவியல் ஆய்வு ஏற்படுடையதாயிற்று. 1801ஆம் ஆண்டில் யங் என்னும் அறிவியலார் நியூட்டன் வளையங்களின் உதவியால் அலை நீளங்களை முதன்முதலாகக் கணக்கிட்டார். 20 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு ஃபிரான்ஃஹோபர் என்பார் கீற்றணிகளை உருவாக்கி அலை நீளங்களை அளவிடும் வழிமுறைகளை அமைத்தார். 1868இல் ஆங்ஸ்ட்ராம் கீற்றணிகளின் உதவியுடன் சூரிய நிறமாலையில் உள்ள வரிகளின் அலை நீளங்களை அளந்து ஒரு விரிவான பட்டியலைத் தயாரித்தார். 1885இல் ரோலண்ட் குழியாடிக் கீற்றணிகளை உருவாக்கிப் பயன்படுத்தும் முறைகளை மேம்படுத்தினார். 1895இல் மைக்கேல்சன் ஒளிக் குறுக்கீட்டு அளவியை உருவாக்கி அலை நீள அளவீட்டின் துல்லியத் தன்மையைக் கண்டார். ஃபாப்ரி பெராட் குறுக்கீட்டு அளவிகளும் லம்மர் கெர்க்கி தகடுகளும் ஓர் அலை நீளத்தின் பத்து லட்சத்தில் ஒரு பங்கு வரையிலான துல்லியத்துடன் அலை நீளங்களை அளக்க உதவுகின்றன.

தனிமங்களால் உமிழப்படும் அல்லது உட்கவரப்படும் நிறமாலைப் பகுதிகளைக் கூர்மையாகப் பகுப்பாய்வு செய்வதன் மூலம் அணுவின் கட்டமைப்புப் பற்றிய தகவல்களை அறிய முடிகிறது. பெரும்பாலான அணு நிறமாலைகள் மிகுதியான வரிகளை உடையவை. பொதுவாகப் பார்க்கும்போது இவை தன்னிச்சையாகப் பரவியுள்ளவாறு தோன்றலாம். ஆனால் வரிகளின் கூர்மை அல்லது கலங்கல் போன்ற இயல்பு புறத்தோற்றங்கள், தனிமத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களினால் சில வரிகளின் தோற்றத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்கள், காந்தப் புலங்கள், மின் புலங்கள் ஆகியவற்றினால் வரிகளின் நடத்தையில் தோன்றும் மாற்றங்கள் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் ஒரு தனிமத்தின் நிறமாலை வரிகளைப் பல வரிசைகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒரு தனிமத்துக்கு முதன்மை வரிசை, கூர் வரிசை, கலங்கிய வரிசை, அடிப்படை வரிசை என நான்கு செறிவு மிக்க வரிசைகள் உள்ளன. பல தனிமங்களின் நிறமாலைகளில் ஒவ்வொரு வரிசையிலும் உள்ள வரிகள் ஒரே வகையாகச் செயல்படுவதைக் காணும்போது இவ்வரிசைகளுக்குப் பொதுவான அடிப்படைக் காரணிகள் உள்ளன என்பதும், அனைத்துத் தனிமங்களிலும் நிறமாலையை உண்டாக்கும் ஒரு பொதுவான செயல்முறை உள்ளது என்பதும் தெளிவாகும். ஒரு வரிசையிலுள்ள வரிகளுக்கு இடையிலும், ஒரு தனிமத்தின் வரிசைகளுக்கு இடையிலும் வெவ்வேறு தனிமங்களின் ஒத்த வரிசைகளுக்கு இடையிலும் எண் மதிப்பிலான உறவுகளைக் கண்டுபிடிக்கப் பல ஆய்வாளர்கள் முயன்றுள்ளனர். 1885 இல் பாமர் என்பார் ஹைட்ரஜன் நிறமாலையில் உள்ள வரிகளுக்கு

$$1/\lambda = \bar{\gamma} = R(1/2^2 - 1/n^2)$$

என்னும் வாய்பாட்டைக் கண்டுபிடித்தார். இதில் R என்பது ஒரு மாறிலி; n என்பது 3,4,5 ஆகிய முழு எண்கள்; λ என்பது அலை நீளம்; ν என்பது அலை எண்; n-க்கு வரிசையாக 3,4,5,6 ஆகிய மதிப்புகளைப் பதிலீடு செய்தால் ஹைட்ரஜன் நிறமாலையில் உள்ள $H_\alpha, H_\beta, H_\gamma, H_\delta$ என்னும் கட்புலனாகும் நான்கு வரிகளின் அலை எண்கள் கிடைக்கின்றன. இவை பாமர் வரிசையில் உள்ளவை. பாமர் வரிசையில் முப்பதுக்கு மேற்பட்ட வரிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. அவை கட்புலனாகாப் புற ஊதாப் பகுதியில் கூடப் பரவியிருக்கின்றன. அவை நெருக்கமாகவே சென்று இறுதியில் ஒன்றிவிடுகின்றன. இவ்வாய்பாட்டைப் போர் கொள்கை அடிப்படையாகக் கொண்டது. மேலும் இவ்வாய்பாடு H_α வரிக்கு மேல் அலை நீளமுள்ள வரிகள் காணப்படா என்பதையும் n மதிப்பு

மிகுதியாகும்போது வரிகள் நெருக்கம் அடையும் என்பதையும் சரியாக ஊகித்துக் கூறியது.

1889 இல் ரிட்பர்க் ஒளியியல் நிறமாலைகளில் உள்ள அனைத்து வரிசைகளையும் $\overline{\gamma} = \overline{\gamma} - R/(n+\mu)^2$ என்னும் பொதுச்சமன்பாட்டின் அடிப்படையில் வரிசைப்படுத்தலாம் என்று காட்டினார். இங்கு R என்பது அனைத்து வரிசைகளுக்கும் பொருந்தும் ஒரு பொது மாறிலி; இது ரிட்பர்க் மாறிலி எனப்படும். n என்பது ஒரு முழு எண். μ என்பது ஒரு வரிசையிலுள்ள அனைத்து வரிகளுக்கு பொதுவான ஒன்றைவிடச் சிறிய பின்னமாறிலி. γ_x என்பது $n = \infty$ என்பதற்கான அலை எண். R= 109 720 செ. மீ$^{-1}$ ஒரு வரியின் அலை எண்ணை இரண்டு உறுப்புகளுக்கிடையிலான வேறுபாடாகக் குறிப்பிட முடிவதே ரிட்பர்க் சமன்பாட்டின் சிறப்பு இச்சமன்பாட்டை

$$\overline{\gamma} = R\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

என்னும் எளிய வடிவத்தில் குறிப்பிடலாம். mஎன்பது மாறிலி; n என்பது ஒரு மாறி.

1908 இல் ரிட்ஸ் என்னும் அறிவியலார் பாமர், ரிட்பர்க் சமன்பாடுகளில் வரும் உறுப்புகளை இணைத்துப் புதிய வரிகளுக்கும் வரிசைகளுக்குமான சமன்பாடுகளைப் பெறலாம் என்று கண்டுபிடித்தார். எடுத்துக்காட்டாகப் பாமர் வரிசையின் H_α, H_β வரிகளை எடுத்துக் கழித்தால்,

$$\overline{\beta} - \overline{\alpha} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) - \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) =$$

$$R\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}\right)$$

என வருகிறது. இது பாசன் என்பாரால் கீழ்ச் சிவப்புப் பகுதியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வரிசையின் முதல் வரியைக் குறிப்பிடுகிறது. இதே போல் H_γ, H_α வரிகளுக்கு இடையிலான வேறுபாடு அவ்வரிசையின் இரண்டாம் வரியைக் குறிப்பிடுகிறது. இவ்வரிகளுக்கான அலை எண்மதிப்புகள் அவ்வரிகள் கண்டுபிடிக்கப்படுவதற்கு முன்னரே கணக்கிடப்பட்டு விட்டன என்பதே இதிலுள்ள சிறப்பு. இவ்வாறு அலை எண் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வரிசைகளைப் பாசன், பிராக்கெட் ஆகியோர் கீழ்ச் சிவப்புப் பகுதியில் பின்னர்க் கண்டுபிடித்தனர். ஒளியியல் மற்றும் எக்ஸ் கதிர்ப் பகுதிகளிலும் ரிட்சின் கொள்கை பொருத்தமாக உள்ளது.

போர் என்பார், தம் அணுக் கொள்கையில் எலெக்ட்ரான்கள் கதிர் வீசாமல் குறிப்பிட்ட ஒடு பாதைகளில் அணுக்கருக்களைச் சுற்றி வருவதாயும், வெளி ஒடு பாதையிலிருந்து ஓர் உள் ஒடு பாதைக்கு அவை தாவும் போது $h\gamma$ என்னும் அளவிலான ஆற்றல் ஒளியாக உமிழ்ப்படுவதாகவும் கருதிக் கொண்டார். இதில் h என்பது பிளாங்கின் மாறிலி; γ என்பது உமிழப்பட்ட ஒளியின் அதிர்வெண்; இவ்வாறு

$$\gamma = \frac{1}{\lambda} = \frac{\gamma}{c} = \frac{2\pi m E^2 e^2}{ch^3}\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

எனக் காட்டலாம். இதில் C என்பது ஒளியின் திசைவேகம்; m என்பது எலெக்ட்ரானின் நிறை; e என்பது அதன் மின்; E என்பது அணுக்கருவின் மின்; இச்சமன்பாட்டிலிருந்து ஓர் எலெக்ட்ரான் n_2 என்னும் குவாண்டம் எண்ணுள்ள சுற்றுப் பாதையிலிருந்து n_1 என்னும் குவாண்டம் எண்ணுள்ள சுற்றுப் பாதைக்கு இறங்கும்போது J என்னும் அலை எண்ணுள்ள நிறமாலை வரி வெளிப்படுவதாகத் தெரிகிறது. இவ்வாறு வெளியிலுள்ள பல சுற்றுப் பாதைகளிலிருந்து உட்புறமாக உள்ள ஒரு சுற்றுப் பாதைக்கு எலெக்ட்ரான் இறங்கும்போது ஒரு வரி வரிசை உண்டாகிறது. $2\pi^2 m E^2 e^2/ch^3$ என்னும் அளவின் மதிப்பும் ரிட்பர் மாறிலி மதிப்பும் சமமாக உள்ளமை, போரின் கொள்கை சரியானதே என்று காட்டுகிறது. $n_1=1, n_2=2, 3,4$ ஆகிய மதிப்புகளுக்குப் புற ஊதாப் பகுதியிலுள்ள லைமன் வரிசையும் $n_1=2$, $n_2=3,4,5$ ஆகிய மதிப்புகளுக்குப் பாமர் வரிசையும் $n_1=3$, $n_2=4,5,6$, ஆகிய மதிப்புகளுக்குப் பாமர் வரிசையும் 3, 4,5,6 ஆகிய மதிப்புகளுக்குப் பாசன் வரிசையும் $n_1=4$, $n_2=5,6$ ஆகிய மதிப்புகளுக்குக் கீழ்ச் சிவப்புப் பகுதியிலுள்ள பிராக்கட் வரிசையும் கிடைக்கின்றன.

பாமர், லைமன் வரிசைகளில் குறைந்த அலை நீளப் பகுதியின் முடிவில் தொடர்ச்சியான நிறமாலை உமிழ் பகுதிகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றுக்குத் தொடர்பம் (continuum) என்பது பெயர். $n_2 = \infty$ என்பதற்கானதை விட அதிகமான ஆற்றலுள்ள நிலைகளிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் கீழே இறங்குவதால் தொடர்பம் ஏற்படுகிறது. இந்த எலெக்ட்ரான்கள் பரவளைய அல்லது அதிபர வளைய சுற்றுப் பாதைகளில் இயங்குவதைப் போர் கொள்கை குறிப்பிடுகிறது.

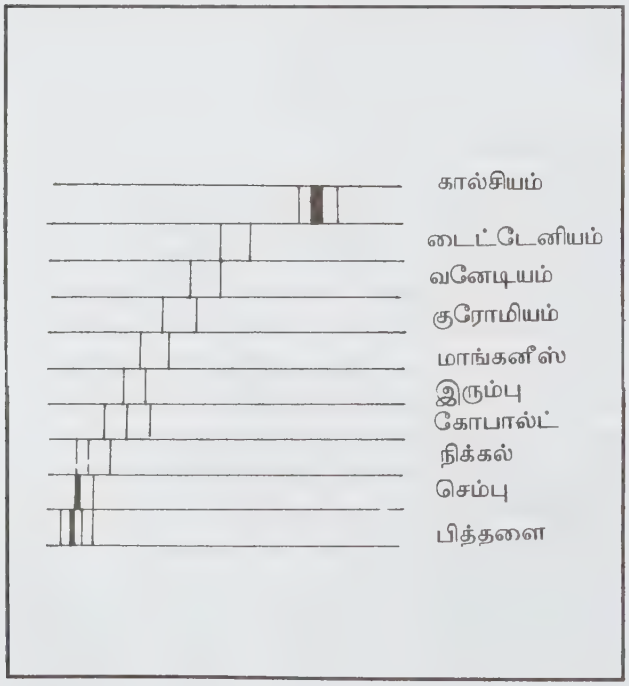
எக்ஸ் கதிர் நிறமாலை. எக்ஸ் கதிர்களின் உமிழ்வு நிறமாலையில் தொடர் நிறமாலை, வரி நிறமாலை என இருவகைகளும் உட்கவர் நிறமாலையில் மாறுதான உட்கவர் விளிம்புகளும் காணப்படுகின்றன. எலெக்ட்ரான் கற்றைகள் இலக்கின் அணுக்கருக்களைச் சுற்றியுள்ள வலிமிக்க புலங்களைத் திசை திருப்பி விடுவதால் எக்ஸ் கதிர்த் தொடர் நிறமாலை உண்டாவதாகக் கூறப்படுகிறது. எலெக்ட்ரான் கற்றைகளால் அயனியாக்கம் செய்யப்பட்ட இலக்கு அணுக்களின் உள்ளிட ஆற்றலில் ஏற்படும் மாற்றங்களின் காரணமாக வரி நிறமாலை உண்டாகிறது. குவாண்டம் கொள்கையின்படி ev என்னும் ஆற்றலுள்ள எலெக்ட்ரான் ஓர் அணுவுடன் மோதும்போது v என்னும் அதிர்வெண்ணுள்ள கதிர் வீச்சைத் தூண்டுகிறது. இதற்கு $h\gamma_{max} = ev$ என்னும் ஐன்ஸ்டீனின் சமன்பாடு பொருந்தும். அனைத்து எலெக்ட்ரான்களும் ஒரே மோதலில் தம் ஆற்றல் முழுவதையும் அணுக்கருவுக்குக் கொடுத்துவிடா. பெரும்பாலான எலெக்ட்ரான்கள் பல மோதல்களுக்குப் பின்னரே ஓய்வு நிலைக்கு வரும். எனவே γ_{max} க்குக் குறைந்த அதிர்வெண் கொண்ட கதிர்கள் அடங்கிய ஒரு தொடர் நிறமாலை ஏற்படுவது எதிர்பார்க்கக்கூடியதே. இந்தத் தொடர் நிறமாலை $\gamma_{max} = ev/h$ என்னும் அதிர்வெண்ணில் திடீரென முடிந்து விடுகிறது. படு எலெக்ட்ரான் கற்றையின் ஆற்றல் மிகுந்தால் இந்த வெட்டு நிலை அதிர்வெண்ணின் மதிப்பும் மிகும்.

கடின எக்ஸ் கதிர்களால் ஒரு தனிமத்தைத் தாக்கும்போதும், எக்ஸ் கதிர்க் குழாயில் அத்தனிமத்தை இலக்காக அமைக்கும்போதும் அத்தனிமத்துக்கான சிறப்பியல்பு எக்ஸ் கதிர்கள் வெளிப்படுகிறது. இவை இலக்குத் தனிமத்தின் அணு எடையைப் பொறுத்த கடினத்தன்மை கொண்டவை. அணு எடை மிகுந்தால் கடினத் தன்மையும் மிகும். ஒரு தனிமத்திலிருந்து வெளிப்படும் சிறப்பியல்பு எக்ஸ் கதிர்களை ஒருபடித்தான வரிசைகளில் வகைப்படுத்தலாம். ஒவ்வொரு வரிசையிலும் பல வரிகள் அடங்கியிருக்கும். பிராகின் எக்ஸ் கதிர் நிறமாலை அளவியைப் பயன்படுத்தி அயனியாக்கத்திற்கும் சாய் கோணத்திற்கும் (glancing angle) இடையில் ஒரு வரைகோடு வரைந்தால் அதில் பல முகடுகள் காணப்படும். நிறமாலை வரிகளைக் குறிப்பிடும் இவற்றின் அலை நீளங்கள் இலக்குத் தனிமத்தில் சிறப்பியல்பானவை.

மோஸ்லே என்பார் சுழலும் படிக முறையில் அலுமினியம் முதல் தங்கம் வரையிலான 38 தனிமங்களிலிருந்து வெளிப்படும் எக்ஸ் கதிர்களைப் பொட்டாசியம் பெர்ரோ சயனைடு படிகத்தில் விளிம்பு விலகல் செய்து ஆராய்ந்தார். இதில் கிடைத்த வரிகளைக் குறைந்த அலை நீளமுள்ள K வரிசையாகவும் அதிக அலைநீளமுள்ள L வரிசையாகவும் பிரிக்கலாம் என்று அவர் கண்டுபிடித்தார். எக்ஸ் கதிர் நிறமாலையில் குறைந்த எண்ணிக்கையுள்ள வரிகளே கிடைக்கின்றன. ஆனால் அவற்றின் அலை நீளங்கள் மட்டுமே மாறியிருக்கும். தனிமங்களின் அணு எடை அதிகமாக அதிகமாக, வரிகளின் அலை நீளங்கள் குறைகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட வரியின் அதிர்வெண்ணுக்கும் தனிமத்தின் அணு எண்ணுக்கும் இடையில் ஓர் எளிய தொடர்பு காணப்படுகிறது. அதிர்வெண்ணின் இருமடி மூலத்திற்கும் அணு எண்ணுக்கும் இடையில் ஒரு வரைகோடு வரைந்தால் அது ஒரு நேர்கோடாக அமைகிறது. இந்தக் கோட்டை $\gamma = a(z-b)^2$ என்னும் சமன்பாட்டால் குறிப்பிடலாம். a,b ஆகியவை மாறிலிகள்; மோஸ்லேயின் ஆய்வுகள் மூலம் தனிம மீள்வரிசை அட்டவணையில் அணு எண்ணை வைத்தே தனிமங்களை வரிசைப்படுத்த வேண்டும் என்பது உறுதி செய்யப்பட்டது. இதன் காரணமாகத் தனிம மீள்வரிசை அட்டவணையில் இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்படாத தனிமங்களின் இடங்கள் வெற்றிடமாக விடப்பட்டிருந்தன. இத்தகைய தனிமங்கள் கண்டுபிடிக்கப்படுவதற்கு முன்பே அவற்றின் அணு எண்ணின் அடிப்படையில் அவற்றின் பண்புகள் ஊகிக்கப்பட்டுவிட்டன. அருமண் தனிமங்களின் அணு எண்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு இந்த அட்டவணையில் அவற்றுக்கு இடங்கள் ஒதுக்கப்பட்டன.

எக்ஸ் கதிர் நிறமாலையில் வரிகளின் எண்ணிக்கை தனிமத்தையும், கிளர்வு மின்னழுத்தத்தையும் பொறுத்திருக்கிறது. நிறமிக்க யுரேனியம், தோரியம் போன்ற தனிமங்களுக்கு K, L, M, N என்னும் அனைத்து வரிசைகளும் கிடைக்கின்றன. அலுமினியம் போன்ற லேசான தனிமங்களுக்கு K வரிசை மட்டுமே கிடைக்கிறது. அதிக அதிர்வெண்ணுள்ள வரிசைகளை உண்டாக்க அதிகமான கிளர்வு மின்னழுத்தத்தில் அதற்கான வரிசையிலுள்ள அல்லது துணை வரிசையிலுள்ள அனைத்து வரிகளும் சேர்ந்தாற்போலத் தோன்றிவிடுகின்றன. கிளர்வு மின்னழுத்தம் அணு இருமடிக்கு ஏறத்தாழ நேர் விகிதத்தில் உள்ளது. எக்ஸ் கதிர் நிறமாலைகள் உமிழ் தனிமத்தின் ஐசோடோப் கூட்டமைப்பைச் சார்ந்திருக்கவில்லை. இவை உமிழ் தனிமத்தின் வேதிக் கூட்டமைப்பினாலும் பெருமளவில் பாதிக்கப்படுவதில்லை எனலாம். கந்தகம், பாஸ்ஃபரஸ், குளோரின் போன்ற லேசான தனிமங்களுக்கு மட்டும் வேதிக் கூட்டமைப்புக் காரணமாக நிறமாலை வரிகள் மிகச் சிறிய அளவில் இடப்பெயர்ச்சி அடைதல் காணப்பட்டிருக்கிறது.

ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசையிலுள்ள வரிகள் நுண் வரியமைப்பு (fine structure) எனப்படுகின்றன. K வரிசையில் 4 நுண்வரிகளும் L வரிசையில் 30-க்கும் மேற்பட்ட நுண்வரிகளும் உள்ளன. பொலிவு மிக்க வரிகளின் குறைந்த அலை நீளப் பக்கத்தில் அவற்றை ஒட்டித் தெரியும் மங்கலான வரிகள், துணை வரிகள் (satellites) எனப்படும். தற்சிறப்பியல்பு எக்ஸ் கதிர்கள் அணுக்கருவை ஒட்டியுள்ள K, L முதலான சுற்றுப்பாதைகளிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் செயல்களால் தோன்றுகின்றன. அனைத்துத் தனிமங்களுக்கும் உட்புறச் சுற்றுப்பாதைகளின் தன்மைகள் ஏறக்குறைய ஒரே வகையாக உள்ளமையால் அவற்றிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் காரணமாகத் தோன்றும், சிறப்பியல்பு எலெக்ட்ரான்களும் ஒரே வகையாக உள்ளன. அணு எண் மிகும்போது உட்புறச் சுற்றுப் பாதைகளிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் மீது செயல்படும் அணுக்கரு இழுவிசையும் மிகுதியாவதால், எக்ஸ் கதிர் நிறமாலையும் படிப்படியாக இடப்பெயர்ச்சி அடைகிறது. இதன் காரணமாகவே அணு எண்ணின் இருமடிக்கு நேர் விகிதத்தில் கிளர்வு மின்னழுத்தம் உயர்கிறது. இரட்டையாக அல்லது மூன்றாக அயனியாக்கம் செய்யப்பட்ட அணுக்களிலிருந்து துணைவரிகள் வெளிப்படுமெனக் கருதப்படுகிறது.



K வரிசை வரிகள்

வெவ்வேறு தனிமங்களின் எக்ஸ் கதிர் உட்கவர் நிறமாலைகளைப் பகுப்பாய்வு செய்ததில் எக்ஸ் கதிர் நிகழ்வு ஓர் அணுநிலை நிகழ்வே எனவும், அணுக்கள் தனித்தனியான ஆற்றல் மட்டங்கள் கொண்ட ஒரு தொடர்ச்சியற்ற அமைப்பு எனவும் தெரிய வந்தது. இது போர் கொள்கைகள் சரியானவையே என்பதை உறுதிப்படுத்துகிறது. ஓர் எக்ஸ் கதிர் நிறமாலை அளவியில் எக்ஸ் கதிர்களைச் செலுத்தும்போது தோன்றும் அயனியாக்க மின்னோட்டம் I_o எக்ஸ் கதிரின் பாதையில் P அடர்த்தியும் X தடிமனும் உள்ள ஓர் உட்கவர் பொருளை வைத்தபோது தோன்றும் அயனியாக்க மின்னோட்டம் I எனில் $I=I_o e^{-(\mu/p)px}$ இதில் μ/p என்பது நிறை உட்கவர் குணகம் எனப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட ஊடகத்திற்கு அலை நீளத்திற்கும் நிறை உட்கவர் குணகத்திற்கும் இடையில் ஒரு வரைகோடு வரைந்தால் ஒரு சிக்கலான கோடு கிடைக்கிறது. முதலில் அலை நீளம் அதிகரிக்கும்போது (μ/p) மதிப்பும் விரைவாக அதிகரிக்கிறது. ஆனால் ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீளத்தில் அது திடீரென விழுந்துவிடுகிறது. அதன்பிறகு மேலும் அலை நீளம் மிகும்போது (μ/p) விரைந்து அதிகமாகி மீண்டும் ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீளத்தில் திடீரென விழுகிறது. இவ்வாறு வரைகோடு வெவ்வேறு உயரமுள்ள முகடுகள் கொண்ட ரம்பப் பல் வடிவில் உள்ளது. இந்தத் திடீர் வீழ்ச்சிகள் மாறுதான உட்கவர் வரம்புகள் (critical absorption limits) அல்லது அலை நீளங்கள் எனப்படும். இந்த அலை நீளங்கள் ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு புதிய உட்கவர் நிகழ்வு ஏற்படுவதால், புதிய நிறமாலை வரிசைகள் தோன்றுகின்றன. உட்கவர் ஊடகத்தின் அணு எண் குறைந்தால், மாறுதான உட்கவர் வரம்புகள் மிகுதியான அலை நீளங்களில் அமைகின்றன. அணு எண் மிகுந்த ஊடகங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீளமுள்ள எக்ஸ் கதிர்களை அணு எண் குறைந்த ஊடகங்களைவிட மிகவும் அதிகமான அளவில் உட்கவர்கின்றன. எக்ஸ் கதிர் நிறமாலையில் தெளிவான விளிம்பு கொண்ட உட்கவர் பட்டைகள் காணப்படுகின்றன.

எக்ஸ் கதிர் உட்கவர் நிறமாலை ஊடகத்தின் வேதிக் கூட்டமைப்பினால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆயினும் லேசான தனிமங்களில் வேதிக் கூட்டமைப்பின் காரணமாக உட்கவர் வரம்புகள் மாறுமென அறியப்பட்டுள்ளது. உட்கவர் வரம்புகளை ஒட்டி நெருக்கமான வரியமைப்புகள் (fringes) காணப்படுகின்றன. அணுவிலிருந்து ஓர் எலெக்ட்ரானை வெளியேற்றத் தேவையான ஆற்றல் $W=h\nu_k$ எனலாம். அதிர்வெண்ணைப் படிப்படியாகக் குறைத்துக்கொண்டே வரும்போது அதாவது அலை நீளத்தைப் படிப்படியாக அதிகரிக்கும்போது γ_k என்னும் அதிர்வெண்ணுக்கு வந்ததும் K சுற்றுப்பாதை எக்ஸ்

கதிரை உட்கவர்ந்து நின்றுவிடுகிறது. இதன் காரணமாக வரைகோட்டில் திடீர் வீழ்ச்சிகள் காணப்படுகின்றன. இவ்வாறு ஒவ்வொரு சுற்றுப் பாதைக்கும் உட்கவர்தல் நிற்கும்போதும் இத்தகைய உட்கவர் வரம்புகள் தோன்றுகின்றன.

ஒளியியல் நிறமாலைகள். அணுக்கள் ஓர் ஆற்றல் நிலையிலிருந்து வேறு ஓர் ஆற்றல் நிலைக்கு மாறும்போது ஒரு நிறமாலை வரி தோன்றுகிறது. இந்த ஆற்றல் நிலைகள் நிறமாலை உறுப்பு (spectral term) எனப்படுகின்றன. அணுக்களை ஓர் எலெக்ட்ரான் அமைப்பு பல எலெக்ட்ரான் அமைப்பு என இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். முதல் வகையில் ஹைட்ரஜனும், ஹைட்ரஜன் போன்ற தனிமங்களும், காரத் தனிமங்களும் அடங்கும். அவற்றில் ஒரே ஓர் இணைதிறன் அல்லது ஒளியியல் எலெக்ட்ரான் மட்டுமே இருக்கும். அது மட்டுமே அணுவின் நிறமாலைப் பண்புகளை அறுதியிடும். பல எலெக்ட்ரான் அமைப்பில் பல தனியான இணைதிறன் எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன. இவையனைத்தும் அணுவின் மொத்த கோண உந்தத்துக்குப் பங்களிப்புச் செய்வதால் நிறமாலைப் பண்புகளையும் வரையறுக்கும்.

ஒற்றை எலெக்ட்ரான் அமைப்பில் எலெக்ட்ரானின் l,s,j அளவுகள் அணுவின் L,S,J அளவுகளுக்குச் சமமாக இருக்கும். இதன் பன்மைத் தன்மை (multiplicity)r = (2s+1)= 2. எனவே இந்த அமைப்பு இரட்டை உப்புகளை மட்டுமே அளிக்கும். இது L=0 என்னும் அணுவின் இயல்பு நிலையைக் குறிக்கும். அப்போது $J = (L \pm 1/2) = \pm 1/2$ ஆனால் அணுவின் நிகரக் கோண உந்தம் எப்போதும் நேரினமாக இருக்குமாதலால் J = +1/2 என்னும் மதிப்பு மட்டுமே இருக்கும். L=1 எனில் J= 3/2 அல்லது 1/2. L= 2 எனில் J= 5/2 அல்லது 3/2 இவ்வாறு இயல்பு நிலையைத் தவிர மற்ற நிலைகள் அனைத்தும் இரட்டையானவை. பல எலெக்ட்ரான் அமைப்பில் அணுவின் L,S,J மதிப்புகள் எலெக்ட்ரான்களின் l,s,j, மதிப்புகளின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமமாக இருக்கும். எனவே S மதிப்பு 0, 1/2, 1, 3/2 எனவும் ஒரு குறிப்பிட்ட L மதிப்புக்கு J= 1,2,3 ...... முதலான மதிப்புகளும் இருக்கும். ஒவ்வொரு நிலையும் ஒற்றையாகவோ பன்மையாகவோ இருக்கலாம். ஆனால் சிறும ஆற்றல் நிலை ஒற்றையானதேயாகும்.

L மதிப்பு 0,1,2,3,4 ...... என உள்ள அணு நிலைகள் முறையே S,P, D,F,G ஆகிய எழுத்துகளால் குறிப்பிடப்படுகின்றன. J இன் மதிப்பு கீழொட்டாகவும், பன்மைத்தன்மையின் மதிப்பு மேலொட்டாகவும் எழுதப்படும். இவ்வாறு L = 1, S=1/2 ஆகியவற்றுக்கான நிறமாலை உறுப்புகள் $^2P_{1/2}$ எனவும் $^2P_{3/2}$ எனவும் எழுதப்படுகின்றன.

ஒற்றை எலெக்ட்ரான் அமைப்பில் அடிநிலையைத் தவிர மற்ற அனைத்து நிலைகளும் இரட்டைகளாகும். இந்த இரட்டை நிலைகளுக்கிடையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் நுண் வரி அமைப்பை உண்டாக்குகின்றன. பல எலெக்ட்ரான் அமைப்புகளில் தேர்வு விதிகளும், பாலியின் தவிர்க்கை விதியும் நுண்வரி அமைப்புக்கு ஒரு வரம்பை ஏற்படுத்திவிடுகின்றன.

சீமன் விளைவு. 1896இல் ஒரு சோடியச் சுடரை வலிவான காந்தப் புலத்தில் வைத்துக் காந்தப்புலத்திற்குச் செங்குத்தான திசையில் நிறமாலையைப் பார்த்தால் சோடிய வரிகள் அகன்று தெரிவதைச் சீமன் கண்டுபிடித்தார். பின்னர் ஒவ்வொரு வரியும் பல ஆக்கக் கூறுகளாகப் பிரிவது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. புலத்திற்கு இணையாகப் பார்வையிடும்போது, வட்டமாகத் தள விளைவடைந்த இரண்டு ஆக்கக் கூறுகளாகவும், புலத்திற்குச் செங்குத்தான திசையில் பார்வையிடும்போது ஒரு தள விளைவடைந்த மூன்று ஆக்கக் கூறுகளாகவும் பிரிதல் அறியப்பட்டுள்ளது. இவை இயல்பு சீமன் விளைவு (normal Zeeman effect) எனப்படும். குறைந்த வலிவுள்ள காந்தப் புலங்களில் ஆக்கக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை மிகுந்திருக்கும். இது முரணிய சீமன் விளைவு (anamolous Zeeman effect) ஆகும். புலத்திற்கு இணையான திசையில் நிறமாலையைப் பார்வையிட்டால் நேர் கதிரால் ஏற்படும் பிம்பம் தென்படுவதில்லை. வலிவான காந்தப்புலத்தில் வளிமங்களை வைத்து அவற்றின் ஊடாக ஒளிக் கற்றைகளைச் செலுத்தும்போது தள விளைவடையாது ஒளிகள் உட்கவரப்படுவது தலைகீழ்ச் சீமன் விளைவு எனப்படும்.

தனித்தனியான எலெக்ட்ரான் சுற்றுப் பாதைகளின் ஆற்றல் மட்டங்கள் காந்தப்புலத்திற்கும் சுற்றுப்பாதைத் தளத்திற்குமிடையிலுள்ள கோணத்தைப் பொறுத்து இருக்கின்றன. இந்தக் கோணம் சில குறிப்பிட்ட மதிப்புகளையே பெற்றிருக்க முடியும் எனக் குவாண்டம் கொள்கை விதித்துவிடுகிறது. புலத்தின் திசையில் மொத்தக் கோண உந்தத்தின் வீழ்ச்சி (projection)$h/2\pi$ என்னும் அளவின் முழு எண் மடங்குகளாக இருக்கும் வகையில் இந்தக் கோணங்கள் அமைகின்றன. எலெக்ட்ரான்களின் சுற்றுப் பாதைக் கோண உந்தம் தற்சுழற்சிக் கோண உந்தம் ஆகியவை ஒன்றைச் சுற்றி ஒன்று அச்சுச் சுழற்சி செய்து கொள்வதின் வேகம் புலத்தைச் சுற்றிய மொத்த அச்சுச் சுழற்சியின் வேகத்தைவிடப் பன்மடங்கு மிகுதியாக இருக்கக்கூடிய அளவுக்கு வலிமைகுறைந்த காந்தப்புலங்களில் மட்டுமே

சீமன் விளைவு பொருந்தும். புலவலிமை மிக அதிகமாயிருக்கும்போது பாசன் பாக் (Paschen-Back) விளைவு மேம்பட்டுவிடும். லாண்டே காரணி (Lande factor) ஒன்றுக்குச் சமமாக இருக்கிற சூழ்நிலைகளில் இயல்பு சீமன் விளைவும், மற்றச் சூழ்நிலைகளில் முரணிய சீமன் விளைவும் தோன்றுகின்றன. இம்முரண்பாடு எலெக்ட்ரானின் தற்சுழற்சி கண்டுபிடிக்கப்பட உதவிய காரணிகளில் ஒன்றாகும். பாசன்-பாக் விளைவு, சீமன் விளைவைப் போன்றதேயாகும். இது மிகப் பெரும் வலிவுள்ள காந்தப்புலங்களால் ஏற்படும். எலெக்ட்ரான்களின் சுற்றுப் பாதைக் கோண உந்தம், தற்சுழற்சிக் கோண உந்தம் ஆகியவற்றால் ஏற்படும் திசையன்கள், காந்தப்புலத்திசையைப் பொறுத்துத் தனித்தனியான திசைகளில் நிலைகொள்ளும் அளவுக்கு வலிவுள்ள காந்தப்புலங்கள் பாசன்-பாக் விளைவை ஏற்படுத்துகின்றன. சீமன் விளைவிலும் பாசன்-பாக் விளைவிலும் நிறமாலை வரிகள் பிரியும்விதம் வெவ்வேறாக இருக்கும். பாசன்-பாக் விளைவில் எலெக்ட்ரான் சுற்றுப் பாதைகளின் ஆற்றல் மட்டங்களுக்கு இடையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் காரணமாக நிறமாலை வரிகள் தோன்றுகின்றன.

ஒளித்தோற்றுவாயைச் சுற்றி ஒரு வலிவான மின் புலத்தை அமைத்து நிறமாலையைப் பார்க்கும்போது சீமன் விளைவில் ஏற்படுவது போலவே வரிகள் ஆக்கக்கூறுகளாகப் பிரிகின்றன என்று 1913ஆம் ஆண்டில் ஸ்டார்க் என்பார் கண்டுபிடித்தார். இது ஸ்டார்க் விளைவு எனப்படும். மின்புலத்திற்கு இணையான திசையில் காணப்படுவது நெடுக்கு விளைவு எனவும் செங்குத்தான திசையில் காணப்படுவது குறுக்கு விளைவு எனவும் சொல்லப்படும். இந்த ஆக்கக் கூறுகளில் சில, புலத்திற்குச் செங்குத்தாகவும் மற்றவை புலத்திற்கு இணையாகவும் முனைவாக்கம் (polarisation) அடைந்திருக்கும்.

தடை செய்யப்பட்ட வரிகள். சில சமயங்களில் தேர்வு விதிகள் அனுமதிக்காத நிறமாலை வரிகள் காணப்பட்டிருக்கின்றன. முக்கியமாகத் துருவ ஒளிகள், ஒண்முகிற்படலங்கள் (nebul a) ஆகியவற்றின் நிறமாலைகளில் இத்தகைய வரிகள் செறிவுடன் அமைந்துள்ளன. இவை முதலில் புவியில் காணப்படாத தனிமங்களின் காரணமாக உண்டாகின்றன எனத் தவறாக எண்ணப்பட்டது. தேர்வு விதிகள் தோராயமாகவே பொருந்துவது, மின் இருமுனைக் கதிர்வீச்சில் தடை செய்யப்பட்ட மாற்றங்கள் மின் நான்முனைக் கதிர்வீச்சிலும் காந்த இருமுனைக்கதிர்வீச்சிலும் அனுமதிக்கப்படுவது, மின் புலமோ காந்தப்புலமோ இரா நிலையில் பொருந்தும் இருமுனைக் கதிர்வீச்சுத் தேர்வுவிதிகள், வெளியிலிருந்தும், அண்மையிலுள்ள அயனிகள் அல்லது அணுக்களிலிருந்தும் காந்த அல்லது மின்புலங்கள் தோன்றும்போது மீறப்படுவது, அணுக்கருவின் தற்சுழற்சி காரணமாக அனைத்துவகைத் தேர்வுவிதிகளும் மீறப்படுவது ஆகியவை இத்தகைய அனுமதியற்ற நிறமாலைவரிகள் தோன்றுவதற்குக் காரணமாயிருக்கலாம்.

ஓர் எலெக்ட்ரான் உயர் ஆற்றல் நிலையில் தங்கியிருக்கும் காலம் சராசரித் தங்கல் நேரம் (mean life) எனப்படும். இது ஏறத்தாழ 10^{-8} நொடியளவில் இருக்கும். உயர் ஆற்றல் நிலையிலிருந்து ஓர் எலெக்ட்ரான் கீழ் நிலைக்கு விழுவதற்கான நிகழ்தகவு, மாற்ற நிகழ்தகவு (transition probability) எனப்படும். அணு சில குறிப்பிட்ட ஆற்றல் நிலைகளிலிருந்து குறைந்த ஆற்றல் நிலைகளுக்கு இறங்க முடியாமலிருக்கும். இதேபோலக் குறைந்த ஆற்றல் நிலைகளிலிருந்து இந்தக் குறிப்பிட்ட ஆற்றல் நிலைகளுக்கும் போக முடியாது. இத்தகைய நிலைகள் உறுதியற்ற சமநிலைகள் (metastable) எனப்படும். சராசரி தங்கல் நேரம், மாற்ற நிகழ் தகவுக்குத் தலைகீழ் விகிதத்தில் உள்ளது. எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட மாற்றம் நிகழ்வதற்கான வாய்ப்பு மிகக் குறைவாக இருக்கும்போது மேல் ஆற்றல் நிலை உறுதியற்ற சமநிலையில் இருப்பதாகக் கொள்ளலாம். மேலும் மாற்ற நிகழ் தகவைப் பொறுத்தே பெரும் எண்ணிக்கையிலான அணுக்கள் ஒளியை உமிழ்வது அல்லது உட்கவருவதின் செறிவு அமைகிறது. நிகழ்தகவு அதிகரித்தால் உமிழப்படுகிற அளவும் உட்கவரப்படுகிற அளவும் அதிகமாயிருக்கும். இதற்கு மாறாக நிகழ்தகவு மிகவும் குறைவாயிருக்கையில் மேல் ஆற்றல் நிலை உறுதியற்ற சமநிலையில் அமைந்து அணு தான்கவே ஆற்றலை வெளியிடுவதற்கு முன் மற்ற அணுக்களுடன் பலமுறை மோதித் தன் கிளர்வு ஆற்றலை இழந்துவிடும். புவியிலுள்ள அணுக்களில் இது பெருமளவில் நிகழ்வதால் அனுமதியற்ற மாற்றங்கள் நிகழ வாய்ப்பில்லை. ஆனால் ஒண்முகிற்படலங்களிலும், துருவ ஒளிகள் ஏற்படும் உயரங்களிலும், அழுத்தங்களிலும் மிகவும் குறைவாக உள்ளமையால் இங்கு மோதல்கள் ஏற்பட வாய்ப்புகள் குறைந்து அனுமதியற்ற மாற்றங்கள் நிகழ முடிகிறது. 1927ல் போவன் என்பார் ஒண்முகிற்படல நிறமாலை வரிகள் அயனி நிலையிலுள்ள ஆக்சிஜன் அல்லது நைட்ரஜனின் அடிநிலை ஆற்றல் மட்டங்களுக்கிடையில் நிகழும் மாற்றங்களினால் உண்டாவதைக் காட்டினார். அதேபோலத் துருவ ஒளிகளின் நிறமாலைகளில் காணப்படும் பச்சை, சிவப்பு ஒளிகள் நடுநிலை ஆக்சிஜனில் நிகழும் தடை செய்யப்பட்ட மாற்றங்களினால் ஏற்படுபவை என மாக்லென்னான், பாசன் ஆகியோர் காட்டினர்.

மூலக்கூறு நிறமாலை. அணு நிறமாலை ஆய்வில் பயன்படுத்தப்பட்ட கொள்கைகளும் கருது கோள்களும் மூலக்கூறுகள் வெளியிடுகிற நிறமாலைகளின் ஆய்விலும் பயன்படும். மூலக்கூறு நிறமாலை ஆய்வின் மூலம் அணுக்கருவின் கட்டமைப்புப் பண்புகள், ஐசோடோப் கூட்டமைப்புகள், தற்சுழற்சி போன்றவற்றைப் பற்றி அறிய முடிகிறது. மூலக்கூற்று நிறமாலைகளைக் குறைந்த பிரிதிறனுள்ள கருவிகளின் மூலம் பார்க்கும்போது அவை பல பட்டைகளாகத் தோற்றமளிக்கும். ஆகவே அவற்றுக்குப் பட்டை நிறமாலைகள் எனவும் பெயருண்டு. ஒவ்வொரு பட்டையிலும் பொலிவு மிக்க ஒரு கூர்மையான விளிம்பிலிருந்து பொலிவு படிப்படியாகக் குறைந்து போகும். தோற்றுவாயில் உள்ள மூலக்கூறுகள் தனித்தனி அணுக்களாகப் பிரிந்துவிடும் அளவுக்குச் சூடாக்கினால் பட்டைகள் மறைந்துவிடுவதிலிருந்து இந்த நிறமாலைகள் உண்மையிலேயே மூலக்கூறுகளினால் உண்டாக்கப்படுகிறவையே என்பதை உணரலாம். மிகவும் உயர்ந்த பிரிதிறன் கொண்ட கருவிகளைப் பயன்படுத்தும்போது ஒவ்வொரு பட்டையிலும் மிகுதியான வரிகள் பெருத்த ஒழுங்குடன் காணப்படும். அவை பட்டை முகப்பில் நெருக்கமாக இருக்கும். பல பட்டைகள் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக ஒழுங்கான வரிசைகளாக அமைந்து பட்டைக் குழுக்களாக அமைகின்றன. இந்தப் பட்டைக் குழுக்களும் ஒழுங்கான வரிசையில் அமைந்து ஒரு பட்டை அமைப்பை உண்டாக்குகின்றன. பலபட்டை அமைப்புகள் கொண்டது மூலக்கூறு நிறமாலையாகும். சில அடுத்தடுத்த பட்டைகள் மேல் படிந்துவிடுவதன் காரணமாக அவை வரியமைப்பின் ஒழுங்கமைப்பை மறைத்துப் பகுப்பாய்வைக் கடினமாக்கிவிடுகின்றன. மூலக்கூறுகளின் சுழற்சியால் தொலைக் கீழ்ச் சிவப்புப் பகுதியில் உண்டாகும் பட்டைகள் தூய சுழற்சிப் பட்டைகள் எனப்படும். மூலக்கூறுகளுக்குள் உள்ள அணுக்களின் அதிர்வினால் ஏற்படும் நிறமாலையின் மேல் மூலக்கூற்றுச் சுழற்சியின் நிறமாலை மேற்பொருந்தியுள்ளமையால் அண்மைக் கீழ்ச் சிவப்புப் பகுதியில் தோன்றும் நிறமாலை, சுழற்சி அதிர்வுப் பட்டைகள் எனப்படும். எலெக்ட்ரான்களின் நிலைமாற்றத்தால் ஏற்படும் பட்டைகளின் மேல் மூலக்கூறுகளின் அதிர்வுகளாலும் சுழற்சியினாலும் ஏற்படும் பட்டைகள் மேற்பொருந்திக் கண்ணுக்குத் தெரியும் பகுதியிலும், புற ஊதாப் பகுதியிலும் காணப்படும் பட்டைகள் எலெக்ட்ரானியப் பட்டைகள் எனப்படுகின்றன.

மூலக்கூறின் எலெக்ட்ரான் சுழற்சியைப் பொறுத்துப் பட்டைகளில் ஒற்றை வரிகளும், இரட்டை வரிகளும், மேற்பட்ட வரிகளும் காணப்படும். மூலக்கூறில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை ஒற்றைப் படை அல்லது இரட்டைப்படையாக இருப்பதன் காரணமாகவும் வரியமைப்பு மாறும். எலெக்ட்ரானின் தற்சுழற்சி மட்டுமன்றி அணுக்கருவின் தற்சுழற்சியும் வரிகளின் பொலிவை வரையறுக்கிறது. ஓர் ஈரணு மூலக்கூறில் அணுக்களின் மையங்களுக்கு இடையிலுள்ள தொலைவு அணுக்களின் விட்டங்களைவிட மிகப் பெரியது. இவை மூலக்கூறின் புவிஈர்ப்பு மையத்தைச் சுற்றிச் சுழல முடியும். இத்துடன் அணுக்களின் மையங்களை இணைக்கும் கோட்டின் திசையிலும் அணுக்கள் அதிர்வு செய்யும். உயர் வெப்ப நிலைகளில் மூலக்கூறுகளின் வெப்ப இயக்கமும் செயல்படுகிறது.

மூலக்கூறின் உள்ளிட ஆற்றலில் மூலக்கூறு ஒட்டு மொத்தமாகச் சுழல்வதால் ஏற்படும் சுழற்சி ஆற்றல், அணுக்களின் அதிர்வு காரணமாகத் தோன்றும் அதிர்வு ஆற்றல், எலெக்ட்ரானின் சுற்றுப்பாதை இயக்கத்தால் உண்டாகும் எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் ஆகிய மூன்று பகுதிகள் உள்ளன. இவற்றில் எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் மற்றவற்றைவிடப் பெரியது; சுழற்சி ஆற்றல் மற்றவற்றை விடச் சிறியது. அணுக்களின் நிறமாலைகளை விளக்கப் பயன்பட்ட குவாண்டம் விதிகள் மூலக்கூறு நிறமாலைகளுக்கும் பொருந்தும். எனவே மூலக்கூறு ஆற்றல்களுக்குக் குறிப்பாகச் சில ஆற்றல் மதிப்புகளே இருக்க முடியும். தூய சுழற்சி நிறமாலைப் பட்டைகளில் சம இடைவெளிகளில் அமைந்த வரிகள் காணப்படும். இவற்றின் அதிர்வெண்கள் $h/8\pi^2I$ என்னும் மாறா அளவின் முழு எண் மடங்குகளாக இருக்கும். இதில் I என்பது மூலக்கூறின் நிலைமத்திருப்புத்திறன். வரிகளின் அதிர்வெண்களுக்கிடையிலான வேறுபாடு $h/4\pi^2I$ ஆக இருக்கும். சுழற்சி அதிர்வு நிறமாலை, மூலக்கூறு ஒரே சமயத்தில் சுழற்சியிலும் அதிர்விலும் ஈடுபடுவதால் ஏற்படுவதாகும். எனவே மூலக்கூறின் மொத்த ஆற்றலில் ஒரு பகுதி சுழற்சி ஆற்றலாகவும் எஞ்சியது அதிர்வு ஆற்றலாகவும் இருக்கும். நிலை மாற்றத்தின்போது இருவகை ஆற்றல்களிலும் மாற்றம் ஏற்படும். எனவே மூலக்கூறு வெளியிடும் கதிர்களின் ஆற்றல் ஓரளவு சுழற்சியினாலும் எஞ்சியது அதிர்வினாலும் ஏற்பட்டதாக இருக்கும்.

அதிர்வு நிறமாலை வரிகளின் அதிர்வெண்கள் ஓர் அடிப்படை மதிப்பின் முழு எண் மடங்குகளாகவே இருக்க வேண்டும். ஆனால் சுழற்சி காரணமாக அதிர்வுகள் முழுமையான சீரிசைத் தன்மை பெற முடியாமையால் சில முரண்பாடுகள் தோன்றும். அதிர்வு ஆற்றல், சுழற்சி

ஆற்றலைவிட மிகவும் பெரியது. எனவே அதிர்வு ஆற்றலில் மாற்றங்கள் ஏற்படும்போதெல்லாம் சுழற்சி ஆற்றலிலும் பல சிறு சிறு மாற்றங்கள் தோன்றும். இதன் காரணமாக வேகச்சுழற்சி அதிர்வுப் பட்டையில் $h/4\pi^2I$ என்னும் அதிர்வெண் இடைவெளியுள்ள பல வரிகள் காணப்படுகின்றன. எலெக்ட்ரானியப் பட்டை நிறமாலையின் இடத்தை எலெக்ட்ரானின் ஆற்றலில் ஏற்படும் மாற்றங்களே அறுதியாக்குகின்றன. ஏனெனில் எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் மற்றவற்றைவிட மிகப் பெரியது. இதனால் தோன்றும் வரிகள் கண்ணுக்குத் தெரியும் மற்றும் புற ஊதாப் பகுதிகளில் அமைகின்றன. எலெக்ட்ரான் ஆற்றலில் ஏற்படும் ஒவ்வொரு மாற்றத்தின்போதும் அதிர்வு ஆற்றலில் பல மாற்றங்கள் ஏற்படும். இதன் காரணமாக ஒவ்வொரு குழுவிலும் பல பகுதிப் பட்டைகளும் ஓர் அமைப்பில் பல பட்டைக் குழுக்களும் தோன்றுகின்றன. ஒவ்வோர் அதிர்வு மாற்றத்தின் கூடவும் பலவகையான சுழற்சி மாற்றங்களும் தோன்றி ஒவ்வொரு பட்டையிலும் சுழற்சி வரிகளை உண்டாக்கும். இவ்வாறு எலெக்ட்ரான் நிலை மாற்றத்தால் தோன்றும் கட்புலனாகும் நிறமாலையில் ஒரு முழுமையான சுழற்சி -அதிர்வு நிறமாலை மேற்பொருத்தப்படுகிறது. இந்தச் செயல்முறை பட்டை அமைப்பை உண்டாக்குகிறது. வெவ்வேறு எலெக்ட்ரான் நிலை மாற்றங்கள் தொடர்பான அனைத்துப் பட்டை அமைப்புகளும் கூடி ஓர் எலெக்ட்ரான்களுக்குப் பல வகையான அதிர்வெண் மதிப்புகள் இருக்கும். வெவ்வேறு எலெக்ட்ரான் நிலை மாற்றங்களுக்கு வெவ்வேறான அதிர்வெண்கள் உண்டு. எனவே மூலக்கூறு பல பட்டை பகுதிகளில் கூட அமையும். எடுத்துக்காட்டாகச் சயனோஜன் பட்டைகள் ஊதாப் பகுதியிலும் சிவப்புப் பகுதியிலும் அமைந்திருக்கின்றன. மூலக்கூற்று நிறமாலைகளுக்கும் அணு நிறமாலைகளுக்கும் இடையில் பல ஆழ்ந்த ஒற்றுமைகள் உள்ளமையை 1925ஆம் ஆண்டில் மில்லிகன் என்பார் கண்டுபிடித்து வெளியிட்டார். மூலக்கூற்று எலெக்ட்ரான்கள் அணுக்களில் உள்ளவாறே ஒரு படித்தான அமைப்புப் பெற்றுள்ளன.

மூலக்கூறுகளிலும் பாலியின் தவிர்க்கை விதியின் அடிப்படையில் நிறைவு செய்யப்பட்ட சுற்றுப் பாதைகள் அமைந்திருக்கின்றன. அவற்றுக்கு வெளியில் நிரப்பப்படாத சுற்றுப்பாதைகளில் உள்ள எலெக்ட்ரான்கள் பட்டை நிறமாலைகளை உண்டாக்குகின்றன. நிறைவு செய்யப்பட்ட K சுற்றுப்பாதைகள் கொண்ட இரண்டு அணுக்கள் மூலக்கூறாக இணையும்போது சுற்றுப் பாதைகள் பாதிக்கப்படுவதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, 13 எலெக்ட்ரான்கள் கொண்ட ஓர் ஈரணு மூலக்கூறை எடுத்துக்கொண்டால் அதில் இரண்டு நிறைவு செய்யப்பட்ட K சுற்றுப்பாதைகளும் ஒரு பொதுவான L நிறைவு செய்யப்பட்ட சுற்றுப் பாதையும் இருக்கும். எஞ்சியுள்ள ஓர் எலெக்ட்ரான் நிறமாலையை உண்டாக்கும். இத்தகைய மூலக்கூறின் நிறமாலை காரத்தனிமங்களின் நிறமாலையை ஒத்திருக்கும். இதே போல 21 எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்ட மூலக்கூறுகளும் காரத் தனிமங்களை ஒத்த நிறமாலைகளை உண்டாக்குகின்றன. பல பட்டை நிறமாலைகளில் அனைத்து வரிகளும் இரட்டைகளாவும் சிலவற்றில் முக்கூட்டுகளாகவும் உள்ளன. இது ஐசோடோப்புகளினால் ஏற்படும் விளைவாக இருக்கலாம். ஆனால் ஐசோடோப் இல்லாத தனிமங்களிலும் இவை காணப்படுகின்றன. இவை ஒரு குறிப்பிட்ட எலெக்ட்ரான் வடிவமைப்பில் உள்ள ஆற்றல் நிலைகளின் நுண்வரி அமைப்பின் காரணமாகவும் ஏற்படலாம். மூலக்கூறில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை ஒற்றைப் படையாக இருக்கும்போது உறுப்புப் பன்மைத் தன்மை இரட்டைப் படையாகவும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை இரட்டைப்படையாக இருக்கும்போது உறுப்புப் பன்மைத் தன்மை ஒற்றைப் படையாகவும் இருக்கும்.

அணுக்களைப் போல மூலக்கூறுகளிலும் ஒளிர்வு தோன்றுகிறது. ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறு நிறமாலையில் பெரும் இடைவெளிகளில் வரிகள் அமைந்திருப்பினும் அவை பட்டைகளேயாகும். ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறின் நிலைமத்திருப்புத்திறன் மிகக் குறைவாக உள்ளமையால் வரிகளின் இடைவெளி மிகுந்துள்ளது. ஐசோடோப் விளைவு காரணமாக நிறமாலைகளில் கூடுதலான வரிகளும் பட்டைகளும் தோன்றுகின்றன. ஐசோடோப் கலந்துள்ளமையால் நிலைமத் திருப்புத்திறனில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் தூய சுழற்சி நிறமாலையிலும் மூலக்கூறின் அதிர்வு எண்ணில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் அதிர்வு-சுழற்சிப் பட்டையிலும் பாதிப்புகளை ஏற்படுத்தும். இவற்றின் உதவியால் ஐசோடோப்புகளின் நிறைகளைக் கண்டுபிடிக்க முடிகிறது. அணு நிறமாலைகளில் ஐசோடோப் பிளைவை ஆராய்ந்ததன் விளைவாக டியூட்ரியம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

இராமன் விளைவு. பென்சீன் போன்ற கரிம நீர்மங்களின் ஊடாக ஒற்றை நிற ஒளியைப் பாய்ச்சும்போது பக்கவாட்டில் சிதறப்படுகிற ஒளியில், படுகதிரின் அலை நீளத்தைத் தவிரக் கூடுதலாகவும், குறைவாகவும் அலைநீளங்கள் உள்ள கதிர்களும் தென்படுவதை ராமன் 1928ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார். இது ராமன் விளைவு எனப்படும். இந்த வரிகள், ராமன் வரிகள் எனப்படுகின்றன. குறைந்த அதிர்வெண்ணுள்ள வரிகள் ஸ்டோக் வரிகள் எனவும் அதிக

அதிர்வெண்ணுள்ளவை எதிர் ஸ்டோக் வரிகள் (antistrokes lines) எனவும் குறிக்கப்படுவதுண்டு. தாய் வரிக்கும் ராமன் வரிகளுக்கும் இடையிலுள்ள அதிர்வெண் வேறுபாடுகள் சிதற வைக்கும் ஊடகத்தின் தன்மையைப் பொறுத்தவை. ராமன் வரிகள் வலிவாகத் தள விளைவு ஆகியிருக்கின்றன. ராமன் வரிகளின் அதிர்வெண்கள், புறச்சிவப்புப்பகுதியிலுள்ள சிதற வைக்கும் ஊடகத்தின் உட்கவர் அதிர்வெண்களுக்கோ, அந்த அதிர்வெண்களின் வேறுபாட்டிற்கோ சமமாக உள்ளன. இதன் மூலம் ராமன் விளைவு ஒரு மூலக்கூறு விளைவு என்பது உறுதிப்படுகிறது. இத்தகைய விளைவு படிகங்களிலும் ஏற்படுவதை லான்ட்ஸ்பர்க், மன்டல்ஸ்டாம் ஆகியோர் கண்டனர். பின்னர் வளிமங்களிலும் இத்தகைய விளைவு காணப்பட்டது.

ஒரு ஃபோட்டான் ஒரு மூலக்கூறுடன் மோதுவதால் ஏற்படும் விளைவாக ராமன் விளைவைக் குவாண்டம் கொள்கை குறிப்பிடுகிறது. இத்தகைய ஒரு மோதலின்போது மூவிதமான விளைவுகள் ஏற்படலாம். மூலக்கூறு ஃபோட்டானின் ஆற்றலை உட்கவராமல் அதை வெறுமே திசை திருப்பிவிடலாம். இதன் காரணமாக அதிர்வெண் மாற்றமில்லாத தாய் வரிகள் தோன்றும். அடுத்து மூலக்கூறு ஃபோட்டானின் ஆற்றலில் ஒரு பகுதியை உட்கவர்ந்து கொள்வதால் அதிர்வெண் குறைந்த ஸ்டோக் வரிகள் தோன்றும். மூன்றாவதாக மூலக்கூறு முன்னதாகவே கிளர்வுற்ற நிலையில் இருக்குமானால் அது ஃபோட்டானுக்குத் தன் ஆற்றலில் ஒரு பகுதியை அளித்து அதிர்வெண் அதிகமான எதிர் ஸ்டோக் வரிகளை உண்டாக்கும். ஸ்டோக் வரிகள் எதிர் ஸ்டோக் வரிகளை விடச் செறிவு மிகுந்திருக்கும். வெப்பநிலை உயரும்போது எதிர் ஸ்டோக் வரிகளின் செறிவு குறையும்.

ராமன் விளைவு இயற்பியலிலும், வேதியியலிலும் பல வகைகளில் பயன்படுகிறது. லேசர் மூலம் ராமன் விளைவு ஆய்வுகள் விரைவாகவும் துல்லியமாகவும் ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ராமன் விளைவு ஆய்வுக்கான கருவி அமைப்புகள் எளியவை. மூலக்கூற்றுக் கூட்டமைப்பு, மூலக்கூறுகளிலுள்ள துகள்களின் எண்ணிக்கையமைப்பு, இயக்கம் போன்றவற்றைத் திண்மம், நீர்ம, வளிம நிலைகளில் ஆய்வு செய்ய ராமன் விளைவு ஏற்றது. படிக அமைப்பியல், அணுக்கரு இயற்பியல், கரிம மற்றும் கனிம வேதியியல், இயல்பு வேதியியல் ஆகியவற்றிலும் ராமன் விளைவின் மூலம் பல உண்மைகள் வெளிப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

- கே. என். ராமச்சந்திரன்

நிறமாலையியல், எலெக்ட்ரான்

திண்ம, நீர்ம, வளிமப் பொருள்கள் அனைத்தும் அணுக்களின் பிணைப்பால் ஆனவை. அணுக்களின் கட்டமைப்பில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களை, ஒரு பொருளிலிருந்து வெளியேற்றும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட ஆற்றல் உமிழப்படுகிறது. வெளியேறும் எலெக்ட்ரானின் ஆற்றலைப் பதிவு செய்யும் இயற்பியல் வழிமுறையே, எலெக்ட்ரான் நிறமாலையியல் (electron spectroscopy) எனப்படுகிறது.

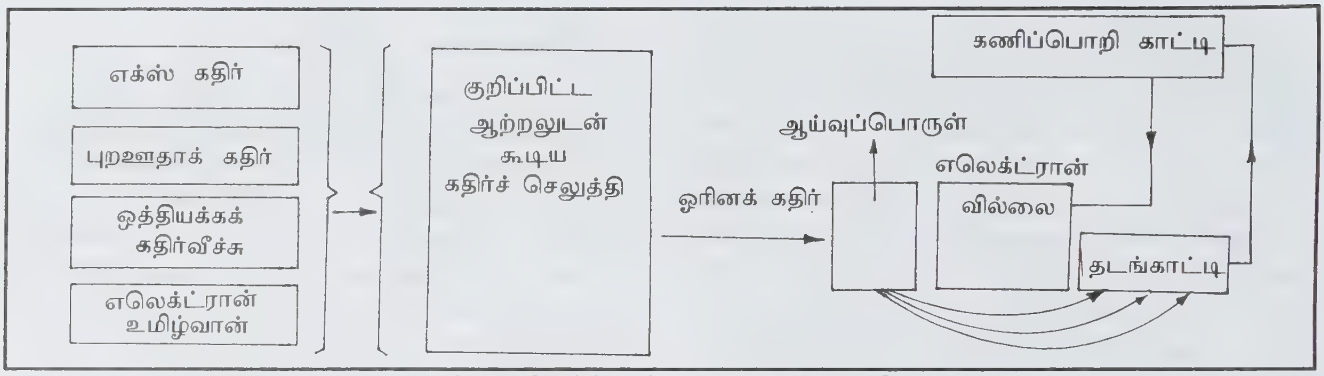
சாதாரண நிறமாலையியலில், அணு அல்லது மூலக்கூறு பெறும் ஆற்றல் நிலை மாற்றத்தால் உமிழப்படும் அல்லது உட்கவரப்படும் ஒளித்துகளின் ஆற்றல் அல்லது அதிர்வெண் கண்டறியப்படுகிறது. இந்த ஒளித்துகள் காமாக் கதிர், எக்ஸ் கதிர், புற ஊதாக்கதிர்கள், கட்புலனறி கதிர், அகச் சிவப்புக் கதிர், நுண்ணலை என்னும் நீண்ட நெடுக்கையிலுள்ள மின்காந்த அலைகளுள் எப்பகுதியைச் சார்ந்ததாகவும் இருக்கலாம். எலெக்ட்ரான் நிறமாலை, பொதுவாக எக்ஸ் கதிர், புற ஊதாக்கதிர், அயனி, எலெக்ட்ரான்களால் தூண்டப்படுகிறது. படம் 1 இல் ஓர் எலெக்ட்ரான் நிறமாலை அளவியின் பொது அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது.

E_{hv} என்னும் ஆற்றலுடைய எக்ஸ் கதிர் ஒளித்துகளால், ஒரு பொருளிலிருந்து எலெக்ட்ரானை வெளியேற்றும்போது, இவ்வாற்றல், எலெக்ட்ரானை அணுவிலிருந்து பிரிப்பதற்காகச் செலவிடப்படும் பிணைப்பாற்றலாகவும் (E_b) எலெக்ட்ரான் நீக்கப்பட்டு எஞ்சும் அயனி எதிர்த் திசையில் உந்தப்படுவதால், உந்து ஆற்றலாகவும் (E_r) பொருளின் பரப்பிலிருந்து விடுபட்டு வெளியேறச் செய்யப்படும் வேலைக்காகவும் (ϕ) பயன்படுத்தப்பட்டு, எஞ்சியது வெளியேறும் எலெக்ட்ரானின் இயக்க ஆற்றலாக விளங்குகிறது. இதை,

$$E_{\text{இயக்க ஆற்றல்}} = E_{hv} - E_b - E_r - \phi$$

எனக் குறிப்பிடலாம். இதில் E_r மிகத் தாழ் மதிப்புடையது. மேலும் எலெக்ட்ரானின் பிணைப்பாற்றல், திண்மங்களுக்கு ஃபெர்மி நிலையுடனும், வளிமங்களுக்கு வெற்றிட நிலையுடனும் ஒப்பிடப்பட வேண்டும்.

தூண்டல் விதிமுறைகள். வேதிப் பகுப்பாய்விற்கான எலெக்ட்ரான் நிறமாலையியல் எனப்படுவது, அணுவின் கட்டமைப்பில் கட்டுற்ற, அகர் மற்றும் கட்டற்ற பிற எலெக்ட்ரான்கள் அனைத்தையும் தூண்டி ஒளிமின் எலெக்ட்ரான்களாக உமிழச் செய்து, முழுமையான நிறமாலை வரிகளைப் பெறுவதாகும். அகர் எலெக்ட்ரான்களால் (Auger electrons) ஏற்படுத்தப்படும் முழுமையான வரிகளும் இதில் அடங்கிவிடுகின்றன.



படம் 1 எலெக்ட்ரான் நிறமாலை அளவி

ஆய்வுப் பொருளைத் தூண்டுவதற்கு அலுமினியத்திலிருந்து பெறப்படும் 1487 eV (எலெக்ட்ரான் வோல்ட்) ஆற்றலுடைய சிறப்பு எக்ஸ் கதிர்களைப் பொதுவாகப் பயன்படுத்துவர். கோள வடிவில் வளைக்கப்பட்ட குவார்ட்ஸ் படிகங்களின் உதவியால், இக்கதிர்கள் வடிக்கப்பட்டு, ஒரு குறிப்பிட்ட அலைநீளமுள்ள எக்ஸ் கதிர்கள் பெறப்படுகின்றன. கட்டற்ற புற எலெக்ட்ரான்களைத் தூண்டுவதற்குத் தேவையான புற ஊதாக் கதிர்களை ஹீலியம் ஆவி விளக்குகளிலிருந்து பெறுகின்றனர். இது 21.1eV ஆற்றலுடன் கூடிய ஒரு குறிப்பிட்ட அலைநீளமுள்ள புற ஊதாக் கதிர்களைத் தரவல்லது. ஒத்தியக்கக் கதிர் வீச்சுகளை (synchrotron radiation) இடைநிலை எலெக்ட்ரான்களைத் தூண்டப் பயன்படுத்துவர். தக்க வடிப்பான்களின் உதவியால் ஓரினக் கதிர்களை ஒரு குறிப்பிட்ட நெடுக்கையில் தொடர்ச்சியாகப் பெற முடியும். எலெக்ட்ரான் கற்றையைப் பயன்படுத்தியும் எலெக்ட்ரான்களைத் தூண்டச் செய்ய முடியும். அகர் எலெக்ட்ரான்களைப் பெற இது தகுந்த மாற்று வழிமுறையாக உள்ளது. மேலும் எலெக்ட்ரான்களை உற்பத்தி செய்து கட்டுப்படுத்துவதும் எளிது. எனினும் ஒளிமின் எலெக்ட்ரான்களை இவற்றால் தூண்டச் செய்ய இயலாது.

பயன். வேதிப் பகுப்பாய்வு எலெக்ட்ரான் நிறமாலையியலில் திண்மப் பொருளின் புறப்பகுதியில் 50×10^{-9} மீ. தடிப்பிற்கும் குறைவாக உள்ள மெல்லிய படலத்திலிருந்து மட்டுமே எலெக்ட்ரான்கள் தூண்டப்பட்டு வெளியேற்றப்படுகின்றன. இதனால் இவை மட்டுமே எலெக்ட்ரான் நிறமாலைக்குக் காரணமாகின்றன. பொருளின் உட்புறப் பகுதிகளிலிருந்து தூண்டப்பட்டு வெளிப்படும் எலெக்ட்ரான்கள் சிதறிவிடுவதால், இவை நிறமாலை வரிகளுக்குக் காரணமாவதில்லை. இது நிறமாலையில் ஒரு மெல்லிய பின்னணியை மட்டுமே ஏற்படுத்துவதால், வலிமையான ஒளிமின் எலெக்ட்ரான் வரிகளைச் சிறிதும் பாதிப்பதில்லை.

எலெக்ட்ரான் நிறமாலை வரிகள் மிகவும் கூர்மையானவையாகவும், வரையறுத்த வடிவுடையவையாகவும் விளங்குகின்றன. இதனால் எலெக்ட்ரான் நிறமாலை அளவியில் பயனுறு திறன் மிக்க பகுப்பான்களைப் பயன்படுத்துகின்றனர். நிலைமின்புலம் அல்லது காந்தப்புலம், எலெக்ட்ரான்களை அவை பெற்றிருக்கும் ஆற்றலுக்கு ஏற்பப் பிரிப்பதால், இவையே பகுப்பான்களாகப் பயன்படுகின்றன.

தகுந்த கதிர்வீச்சுகளைக் கொண்டு எலெக்ட்ரான் நிறமாலையைப் பெற்று அகக்கூடுகளில் இறுக்கப் பிணைவுற்றுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் மட்டங்களிலிருந்து, பிணைவுறு எலெக்ட்ரான்களின் (valence electron) ஆற்றல் மட்டங்கள் வரை இருக்கக்கூடிய அனைத்து ஆற்றல் மட்டங்களின் அமைப்பை ஒரு சேர அறிந்து கொள்ளலாம் (படம் 2). இதில் சில நன்மைகள் உள்ளன. ஹைட்ரஜன் முதல் யுரேனியம் வரை அனைத்துத் தனிமங்களையும், அவை தனித்திருந்தாலும், பிற தனிமங்களுடன் சேர்ந்திருந்தாலும் எலெக்ட்ரான் நிறமாலைக்கு உட்படுத்தி, அவற்றிற்குரிய ஆற்றல் மட்டங்களைக் கண்டறிய முடியும்.

வேதிப் பகுப்பாய்வு எலெக்ட்ரான் நிறமாலை திண்மப் பொருள்களைப் பொறுத்தவரை புறப்பரப்பு நிறமாலையே ஆகும். இதனால் புறப்பரப்பில் நிகழும் வேதி வினைகளைப் பற்றி, குறிப்பாக அரிப்பு, துருப்பிடித்தல் போன்றவற்றைப் பற்றி நுட்பமாக அறிய இயலும். பிணைவுறு எலெக்ட்ரானின் ஆற்றல் பட்டைகளின் கட்டமைப்பையும் புலப்படுத்தும். இதற்கு உயர் வெற்றிட வெளி ஆய்வு முறை தேவைப்படுகிறது.

ஓர் அணு, மற்றோர் அணுவுடன் பிணைவுற்று மூலக்கூறுகளைத் தோற்றுவிக்கும்போது, அணுக்கள் ஒன்றுக்கொன்று மிக அருகிலுள்ளமையால், அவற்றிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் சுற்றுப்பாதைகள் கலக்கப்பட்டுவிடுகின்றன.

அகக்கூட்டில் உள்ள எலெக்ட்ரான்கள் கூடுதலான பிணைவாற்றல் காரணமாகப் பெரிதும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இதனால் இவற்றை அணுக்களில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களாகவே கருதலாம். பிணைவுறு எலெட்ரான்கள் பெரிதும் பாதிக்கப்பட்டு, மூலக்கூறின் பிணைதிற ஆற்றல் நிலை அமைப்புகளை ஏற்படுத்திவிடுகின்றன. இதனால் மூலக்கூறில் உள்ள அணுக்களின் எலெக்ட்ரான் வரிகள் இடப்பெயர்ச்சிக்கு உள்ளாகின்றன. இதை எலெக்ட்ரான் நிறமாலையியல் வேதிப் பெயர்ச்சி (ESCA chemical shift) எனக் குறிப்பிடுகின்றனர். இவ்வேதிப் பெயர்ச்சியின் அளவுகளைக் கொண்டு சிக்கலான மூலக்கூறுகளின் கட்டமைப்பைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

- மெ. மெய்யப்பன்

நிறமி

இது வண்ணப் பூச்சுகளுக்குச் சிறந்த ஒளிப் பண்புகளையும், கண்கவர் நிறத்தையும் அளிக்கவல்ல நுண்துகள் வடிவிலான பொருள். எந்நீரமத்திலும் கரையாத இயல்பு கொண்டமையால் இதனைச் சாயங்களிலிருந்து எளிதில் வேறுபடுத்திக் காணலாம். பூச்சுத் தயாரிப்பிற்கு அடிப்படைப் பொருளான உலர் எண்ணெயுடன் நிறப்பொருள் கலக்கப்படுகிறது. இக்கலப்பினால் நிறமியின் இயல்பு மாறுதலடைவதில்லை. நிறமிகளை இயைபு அடிப்படையிலோ, தோற்றுவாய் அடிப்படையிலோ வகையீடு செய்யலாம். கரிம வகைகளுள் தாலோசயனின் நீலம் (phthalocyanin blue), பெரிலீன் மரூன் (peryline maroon), டொலுவீன் சிவப்பு ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவை. கனிம வகை (inorganic) நிறமிகள் நிலைத்து நிற்பவை; ஒளியினால் சிதைவுறாதவை; பூச்சுகளின் உலர் எண்ணெயில் கரைந்து நிறமாற்றத்தைத் தோற்றுவிக்காதவை.

நிறமியின் முதன்மையான பணி, சூரிய ஒளியிலுள்ள புற ஊதாக் கதிர்கள் உலோகப் பரப்பைத் தாக்காமல் காப்பதாகும். பூச்சுப் படலத்தின் இயல்புகளை நிறமியின் துகள் அளவு, ஒளிவிலகல் எண் ஆகியவை பாதிக்கின்றன. மேலும், நிறமி, உலர் எண்ணெய் விகிதமும் குறுகிய வரம்புக்குள் நிலைநிறுத்தப்பட வேண்டிய துணையலகாகும். நிறமித் துகள்களின் அளவு சிறுகச் சிறுக, சிதறும் ஒளியின் அளவும் கூடுதலாகும். பூச்சின் நிறம் வெளிவரத் தொடங்கிச் சற்றே நீலமாகத் தோன்றும்.

நிறமியும் உலர் எண்ணெயும் (படலப் பொருள்) ஒரே ஒளிவிலகல் எண் கொண்டிருக்கக் கூடாது. அவ்வாறிருப்பின், நிறமியின் ஒளித் தடுக்கும் திறன் குறையும். உயர் எண்ணெயின் ஒளி விலகல் எண் 1.5 என்றிருக்கும்போது, நிறமியின் ஒளி விலகல் எண் 2.5 ஆக இருத்தல் நலம். (TiO_2 எனும் வெண்ணிற நிறமியின் ஒளி விலகல் எண் 2.5 ஆகும்).

நிறமியின் எண்ணெய் உறிஞ்சும் இயல்பு என்பது 100 கி. நிறமிக்குப் பாகுமை (viscosity) அளிக்கத் தேவைப்படும் உலர் எண்ணெயின் எடை ஆகும். அனடேஸ் (TiO_2) 27 கி. ஆளிவிதை எண்ணெயை உறிஞ்சவல்லது. காரீய வெள்ளைக்கு (white lead) 7 கி. எண்ணெய் தேவைப்படுகிறது. இவ்வகையில் காரீய வெள்ளை சிக்கனமானது. மிகையளவு எண்ணெய் கொண்ட பூச்சில் பரப்பளவு கூடுதலாகவும், மிகையளவு நிறமி கொண்ட பூச்சில் மறைக்கும் திறன் கூடுதலாகவும் உள்ளன.

சில சூழ்வெளிகளில் சில நிறமிகளைப் பயன்படுத்த இயலாது. வேதி வினைகள் நிகழ்ந்து நிலையிறக்கம் காண்பதே இதற்குக் காரணமாகும். காரீய உப்புகளான லித்தார்ஜ் (letharge), காரீய வெள்ளை, காரீயச் சிவப்பு ஆகியவற்றை ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு கலந்துள்ள தொழிலகச் சூழ்வெளிகளில் பயன்படுத்தக்கூடாது; ஏனெனில் கரியநிற காரீய சல்ஃபைடு படலம் பூச்சின்மீது படிந்து பூச்சின் பளபளப்பைக் குறைத்துவிடும். பூச்சில் அமிலத் தொகுதிகளை உள்ளடக்கிய ரெசின்கள் பயன்படுத்தப்பட்டால், துத்தநாக ஆக்சைடை நிறப்பொருளாகச் சேர்க்க இயலாது; ஏனெனில், துத்தநாகச் சோப்புகள் உருவாகிப் பூச்சின் பாகுதன்மை உயர்ந்து, பூசத் தக்கதற்றதாகிவிடும். சில முதன்மையான நிறமிகளும் அவற்றின் பண்புகளும் அட்டவணை 1இல் பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன.

ஒளிபுகவிடா இயல்பு குன்றிய நிறமிகள் நிரப்பிகள் எனப்படுகின்றன. இவை உலர் எண்ணெயின் ஒளிவிலகல் தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றன. டால்க், சுண்ணாம்புக்கல் பேரைட், ஜிப்சம் ஆகியன இவற்றுக்குச் சான்றுகளாகும்.

சில நிறப்பொருள்கள் சிறப்புக் காரணங்களுக்காகப் பயன்படுகின்றன. பாசி, பாக்டீரியா ஆகியன உலோகப் பரப்பின் மீது பரவாமல் தடுப்பதற்கும் சாலைப் போக்குவரத்துக் குறியீடுகள் இரவிலும் தெளிவாகத் தெரிவதற்கும், நீர் ஒட்டாது தடுப்பதற்கும், வெப்பம், தீ ஆகியவற்றின் பாதிப்பைச் சமாளிப்பதற்கும் சிறப்பான நிறப்பொருள்கள் உள்ளன.

சில நிறமிகளும் பயன்களும்

நிறமி	வாய்பாடு (இயல்பு)	இயல்புகள் / பயன்கள்
<u>வெண்ணிறத்தவை</u> காரீய வெள்ளை	$2PbCO_3 . Pb(OH)_2$	கனமான துகளாதலால் எளிதில் படிந்து விடுகிறது. H_2S வளிமத்தால் கருமை அடைகிறது. மரத்திற்கு அடிப்பூச்சாக ஏற்றது.
லித்தோபோன்	70-75% $BaSO_4$ + 30-25% ZnS இணைவீழ் படிவாகத் தயாரிக்கப்படுகிறது.	ZnS விழுக்காடு கூடுதலாகும்போது ஒளித் தடுக்கும் திறனும் கூடுகிறது.
டைட்டேனியம் வெள்ளை	TiO_2 (அனடேஸ் அல்லது ரூட்டைல் ப்டிக வகை)	வெண்ணிற நிறமிகளுள் சிறந்தது. நிறம் மங்குவதில்லை. பரப்பை நன்கு மறைக்கவல்லது. பெட்ரோல் மற்றும் கரிமக் கரைப்பான் சேமிப்புகளுக்குச் சிறந்த பூச்சாகும்.
<u>செந்நிறங்கொண்டவை</u> காரீயச் சிவப்ப	Pb_3O_4 (மினியம்)	உலோகப்பரப்புகளுக்கு அடிப்பூச்சு, அரிமானம் தடுக்கும் திறன் படைத்தது.
வெனிசிய சிவப்பு	Fe_2O_3+$CaSO_4$	மரத்திற்கு ஏற்றது. $CaSo_4$ அரிமானத்தை ஊக்கவல்லதாதலால் உலோகத்திற்கு ஏற்றதன்று.
இந்தியச் சிவப்பு	ஹேமடைட் (கனிமம்) (துகள்) Fe_2O_3	இரும்புப் பரப்புக்கு ஏற்றது
<u>மஞ்சள் நிறமுடையவை</u> குரோம் மஞ்சள்	$PbCrO_4$	ஏனைய காரீயச் சேர்மங்களைக் கலந்து அடர்த்தியை அமைக்கலாம்.
மஞ்சள் காவிக்கல் (yellow ochre)	Fe_2O_3 + $CaCO_3$	கட்டடக் கலையில் சிறந்த பூச்சாகக் கருதப்படுகிறது.
துத்தநாக குரோமேட் (சிட்ரான் மஞ்சள்)	$ZnCrO_4$	இரும்பை அரிமானத்திலிருந்து பாதுகாக்கிறது.
<u>பழுப்பு நிறத்தவை</u>		
இரும்பு ஆக்சைடு (அம்பர்)	Fe_2O_3 + MnO_2	

நிறமி	வாய்பாடு (இயல்பு)	இயல்புகள் / பயன்கள்
நீலநிறத்தவை		
பிரசியன் நீலம்	$KFe(Fe(CN)_6)$	அச்சு மை
அல்ட்ரா மரீன் (லாபீஸ் லாசுலி)	சோடியம் அலுமினோ சிலிக்கேட் (கந்தகம் கலந்தது)	மரத்திற்கு ஏற்ற பூச்சு
பச்சை நிறமுடையவை		
நிலைத்த பச்சை	Cr_2O_3	உயர் வெப்பநிலையிலும் நிறமிழக்காது
பாரிஸ் பச்சை	தாமிர ஆர்சினேட்	கட்டடக் கலையில் விரும்பப்படுவது
கரு நிறமானவை		
புகைக்கரி (lamp black)	கார்பன்	அச்சு மை மற்றும் கருநிறப் பூச்சுகள்
கரிக் கருமை (carbon black)	கார்பன்	அச்சு மை மற்றும் கருநிறப் பூச்சுகள்

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நிறமி (தாவரவியல்)

குறிப்பிட்ட உயிரியல் பொருளின் சிறப்பு வாய்ந்த நிறமி என்பது அளவு, தன்மை முதலியவற்றால் ஒளி விலகல் செய்து வரும் கட்புலனாகும் ஒளியின் வெளிப்பாடு ஆகும். பொருளிலிருந்து திரும்பும் ஒளி, நிறமாக உணரப்படுகிறது. பொருளின் மேல் ஒளிபடும்போது உண்டாகிய இயற்பியல், வேதிப் பண்புகளால் ஒளி, தீர்மானிக்கப்படுகிறது. எனவே, நிறம் என்பது நிறமிகளால் ஏற்படுவது அல்லது அமைப்புத் தோற்றம் உடையது எனலாம். கட்புலனாகும் ஒளி என்பது கண்களின் நிறமாலை உணர்திறனைப் பொறுத்து அமைகிறது. நிறம் என்னும் சொல் நிறங்களைக் குறிக்கப் பயன்படும். எனினும் இவ்விளக்கம் உயிரியல் நிலையில் பொருத்தமானதன்று. எடுத்துக்காட்டாக, நிறமற்ற மலர் தேனீக்களுக்கு நிறம் உடையதாகத் தோன்றும். ஏனெனில் தேனீக்களின் கண்கள் புற ஊதாக் கதிர்களை உணரும் திறன் பெற்றவை. ஆகையால் அவை கதிரவனின் ஒளி, மலரின் நிறமியால் உறிஞ்சப்படுவதை உணரும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன.

அமைப்பு நிறங்கள். ஒளி விலகல், சிதறல் இடையூறு ஆகியவற்றால் இத்தகைய நிறங்கள் உண்டாகின்றன. சில வகைத் தூவி, இறகு, பட்டாம்பூச்சி இறக்கை, மலரிதழ் ஆகியவற்றின் பரப்பில் மிகச் சிறிய காற்றுப் பைகளாக நிறங்கள் தோன்றுகின்றன. நிறக் கணிகங்களில் உள்ள பியூரின் படிகங்கள் (idiocytes) செல்களுக்குள் வரும் ஒளியில், நீல நிற ஒளியை மட்டும் ஒளி விலகச் செய்கின்றன. எ-டு: நீல நிறப் பறவைகளின் இறக்கைகளில் உள்ள சிறிய காற்று உள்ளிட்ட பகுதிகளின் மூலம் ஒளி சிதறி, நீல நிறத்தை உண்டாக்குகிறது. பறவைகளின் இறக்கைகளில் உள்ள இறகுச் செதில்களின் மூலம் உண்டாகிய ஒளிச் சிதறலால் பறவைகளில் இறக்கை, பூச்சிகளின் சிறகு ஆகியவற்றில் நிறம் ஏற்படுகிறது.

நிறமியின் பங்கு. பெரும்பாலான தாவரங்களில் உள்ள பச்சையம், அதனுடன் இணைந்துள்ள ஏனைய நிறப் பொருள்கள், ஒரு சில பாக்டீரியாக்களில் உள்ள நிறமி ஆகியவற்றால் உலகில் உள்ள உயிரினங்கள் யாவும் உயிரோடு

இருக்கவும், அவற்றுள் படிமலர்ச்சி நிகழவும் வாய்ப்பேற்படுகிறது. இத்தகைய நிறமிகள் கதிரவனின் ஒளியின் உதவியால் கரிமப் பொருள்கள் அல்லாத மூலங்களிலிருந்து ஒளிச்சேர்க்கை மூலமாகக் கரிமப் பொருள்களைச் சேர்க்கை செய்ய உதவுகின்றன

உயிரினங்கள் ஒன்றோடொன்று தொடர்பு கொள்வதற்கும் நிறமி பயன்படுகிறது. கதிரவனின் நிறமாலையில் உள்ள மாறுபாடான பகுதிகளை வேறுபடுத்தி அறிவதன் மூலம் உயிரினங்கள் தமக்குள் தொடர்பு கொள்கின்றன. விலங்குகளின் கண்களில் உள்ள சிறப்பான ஏற்புச் செல்களில் உள்ள மாறுபட்ட நிறங்களைக் கொண்ட பார்வை நிறமி மூலம் அவை பலவிதமான நிறங்களையும் கண்டறிகின்றன. நுண்ணுயிரி, பூசணம், படிமலர்ச்சிக் கீழான நிலையிலும் இயங்கும் தன்மையிலும் உள்ள பாசி ஆகியவை ஒளியை நோக்கி அல்லது ஒளியினின்றும் விலகுவதற்கு நிறமியே காரணமாகிறது. பெரும்பாலான உயிரினங்கள் நேரிடையாகவோ,' மறைமுகமாகவோ தம்மிடம் அமைந்துள்ள நிறமி அமைப்பின் மூலமாகத் தம் வளர்சிதை மாற்றங்களைப் பகல் இரவு ஒளிக்காலத்திற்கு ஏற்ப மாற்றி அமைத்துக் கொண்டுள்ளன. பெரும்பாலான முதுகெலும்பு உள்ளவை, முதுகெலும்பு இராதவை ஆகியவற்றில் உள்ள கண்களின் ஒளி ஏற்கும் உறுப்புகளாலும், தாவரங்களில் ஃபைடோகுரோம் போன்ற நிறமிகளாலும் ஒளிக்காலத்திற்கு ஏற்பத் தம் உயிரியல் செயல்களை மாற்றியமைத்துக் கொண்டுள்ளன. ஒளியால் சீராக்கப்பட்ட வளர்சிதை மாற்றச் செயல்களுக்கு ஃபிளாவின் போன்ற நிறம் உடைய இணை நொதிகள் இயங்கச் செய்யும் அல்லது இயக்கத்தை நிறுத்தும் இயக்கியாகச் செயல்படும். ஒளிக்காலத்துவம், ஒளி ஏற்பான்களில் ஒளிச் செயலின் நன்மை பயக்கும் நிறமிகள், ஊடகமாகச் செயல்படுகின்றன. பகலவனின் உறிஞ்சப்பட்ட ஒளி சில சமயங்களில் தீமைகளையும் விளைவிக்கும். பகலவனின் ஒளியினால் தீமை உண்டாகாதவாறு மனிதத் தோலில் உள்ள மெலானின் என்னும் நிறமி பாதுகாக்கிறது.

நிறமிகளின் வேதிப் பாகுபாடு. வளர்சிதை மாற்றங்களில் பங்கேற்கும் நிறமிகளில் புரதங்கள் உள்ளன. இவ்விதச் சேர்க்கை முழுநிறமி (holochrome) எனப்படும். இதில் புரதத்துடன் இணைந்த நிறக்காம்பு உள்ளது. தாவரங்களின் பச்சைய நிறமி, விலங்குகளின் கண்களில் உள்ள ரோடாப்சின் (rhodopsin), குருதியில் உள்ள ஹீமோகுளோபின், தாவரங்களில் உள்ள ஃபைடோகுரோம் போன்றவை முழு நிறமிக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். இவை ஒளிக்காலத்துவத் தன்மைகளை ஒழுங்குபடுத்துகின்றன. அனைத்து உயிரியல் நிறமிகளும் நிறக் கரைசல் அற்ற பல தனித்தனி மூலக்கூறுகளைப் பெற்றுள்ளன. இவற்றில் பாலியீன்கள் என்னும் ஹைட்ரோகார்பன்கள், நைட்ரஜன் உள்ள ஹிட்ரோசைக்ளிக் சேர்மங்கள் ஆகியன குறைக்கப்பட்ட மணப்பொருள் மூலக்கூறுகளைக் கொண்டுள்ளன. இத்தகைய பாலியீன்களின் கூறாகக் கரோடினாய்டுகள் உள்ளன. இவை கண் ஒளியின் நிறமியுடனும் வைட்டமின் A துணைப் பொருள்களுடனும் அமைப்பால் தொடர்புடையவை. நைட்ரஜன் உடைய ஹைட்ரோசைளிக்களில் டெட்ராபிர்ரால்கள், பார்ஃபிரின்களாக (porphyrins) உள்ளன. உலோக அயனியான மெக்னீஷியம் அல்லது இரும்புடன் சேர்த்து டெட்ராபிர்ரால்கள், உயிரி உலகத்தின் படிமலர்ச்சியில் மிகவும் பழமையாகக் காணப்பட்ட செயல்படு நிறமியாக இருந்தன. நிறத்திற்குக் காரணமாக உள்ளவையில் பச்சையத்திற்கு உரிய மெக்னீஷியமும் ஹீமோகுளோபினுக்கு உரிய இரும்பும் மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தவை. உயிரினங்களுக்குள் பார்ஃபிரின் கலந்த உயிரினங்களை உட்கொண்டமையால் சிக்கலான உலோக அயனி நீக்கப்பட்டு, நான்கு பிர்ரால் சுற்று அமைப்பிலிருந்து நீள் வரிசைப் பித்த நிறமி அமைப்பு (bilin) ஏற்பட்டது. குருதியில் உள்ள பித்த நீரின் அளவு அதிகரித்தால் மஞ்சள் காமாலை உண்டாகிறது. பிலின், பார்ஃபிரின் சிதை பொருள் ஆகியவை சிறுநீர், மலம் போன்றவற்றில் வெளிப்படும். தோல், உடலில் உள்ள நீர்மங்கள், படிமலர்ச்சிக் கீழான, மேலான சில விலங்குகளின் நிறமிகளாகவும் அவை காணப்படுகின்றன. இத்தகைய பிலின் நீலப்பசும்பாசி, சிவப்புப் பாசிகளின் ஒளிச்சேர்க்கைக்குச் சிறப்பு நிறமியாக உள்ளது.

நைட்ரஜன் கலந்துள்ள நிறமிகளுள் மெலாவினும் ஒன்று. டைரோசின் ஆக்சிஜனை ஏற்றபின் உண்டாகிய மாறுபாடுகளிலிருந்து உண்டாகிய இண்டோல் பாலிமெரிக் ஆகும். டொபாகுரோம் (dopachrome) என்பது இத்தகையவற்றுள் மிகவும் எளிய அமைப்புடையது. தாவரங்களின் செல் சாற்றில் மெலானின் நிறமிகள் உள்ளன. இவை கறுப்பு, பழுப்பு நிறப் பூசணம், பாக்டீரியா ஆகியவற்றிலும் காணப்படுகின்றன. முதுகெலும்பு உள்ள, முதுகெலும்பு இராத விலங்குகளின் தோல், முடி ஆகியவற்றின் நிறத்திற்கு மெலானின் நிறமிகளே காரணமாகும். நைட்ரஜன் கலந்த ஹைட்ரோசைக்ளிக் நிறமிகளுள் ஃபிளாவின், டெரின் ஆகியவை அடங்கும். டெரின் என்பது வண்ணத்துப்பூச்சிச் சிறகு, பூச்சி, கடின ஓட்டுக் கணுக்காலி, மீன், சில நீர்நில வாழ்பவையில் காணப்படும். குயுனாய்டு ஃபிளாவினாய்ட் போன்ற நிறமிகள் மணம் உள்ள ஹைட்ரோ கார்பன்களிலிருந்து தோன்றியவை. பாக்டீரியா, பூசணம், தாவரங்கள்,

விலங்குகளில் பழுப்பு நிறமுடைய குயுனாய்டுகள் உள்ளன. இத்தகைய சேர்மங்களை விலங்குகள் தயாரிக்க இயலாமையால் அவை பூச்சி போன்ற விலங்குகள் உட்கொண்டதால் காணப்பட்டன என அறியப்பட்டது. முட்தோலிகளில் (echinodermata) காணப்படும் சிவப்பு, பழுப்பு நிறமிகள் சிறப்பு வாய்ந்த குயுனாய்டு நிறமியால் ஏற்பட்டவையாகும். ஃபிளாவினாய்டு என்பது மணம் உள்ள மூலக்கூறு; அதில் ஹைட்ராக்சில் பென்சீன் வளையத்துடன் ஆக்சிஜனைக் கொண்ட ஹைட்ரோசைகிள் உள்ளது. தாவரங்களின் இலை, மலர், கனி ஆகியவற்றின் நிறங்களுக்கு இத்தகைய ஃபிளாவினாய்டுகளே காரணமாகும். சில பூச்சியினங்களிலிருந்தும் ஃபிளாவினாய்டுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

நிறமியின் பரவல். நிறமியின் பணி, கரை திறனுக்கு ஏற்றவாறு பரவியிருக்கும். ஒளிச்சேர்க்கை, பார்வைக்கு உரிய நிறமிகள், சவ்வு சூழ்ந்த நிறமிப் புரதங்களாகக் காணப்படும். ஹீமோகுளோபின் என்பது குருதிச் செல்களின் சைட்டோப்பிளாசத்தில் கரைந்துள்ளது. ஃபிளாவினாய்டு நிறமி கார்போஹைட்ரேட்டுகளில் இணைந்துள்ளது; நீரில் கரையக் கூடிய இது, செல் குமிழத்தில் உள்ள செல் காற்றில் கலந்து காணப்படும். கரோடினாய்ட் என்பது கொழுப்பில் கலந்துள்ளது. பாக்டீரியா, பூசணம், விலங்குத் திசு, நரம்புத் திசு ஆகியவற்றில் உள்ள செல் சவ்வுகளிலும், பசுங்கணிகச் சவ்வு, இதிலிருந்து உண்டாகிய நிறக்கணிகச் சவ்வு ஆகியவற்றிலும் கொழுப்பு இரட்டைச் சவ்வு காணப்படும்.

சில கடின ஓட்டு விலங்குகளில் கொழுப்புகள் புரதங்களுடன் இணைந்து, மஞ்சள் சிவப்புக் கரோடினாய்ட் நீலம் அல்லது இளம் சிவப்பு நிறமிகளாகின்றன. பறவை இறக்கைகளில் காணப்படும் கரோடின் நிறமி, இறகுக் கெரொடின் எனப்படும். கடின ஓட்டு விலங்குகள், பூச்சிகள் ஆகியவற்றின் தோல்களில் கரோடினாய்ட், கைட்டின் என்னும் பாலிசாக்கரைடுடன் இணைந்திருக்கும். பவளங்களின் புற எலும்புக் கூட்டில் கால்சியம் கார்பனேட்டுடன் இணைக்கப்பட்ட கரோட்டின்கள் காணப்படும். விலங்குகளில் காணப்படும் கரோடிட்னாய்டுகள் அவை உட்கொண்ட உணவைப் பொறுத்து அமையும். முட்டை மஞ்சள் கரு, பறவைகளின் இறக்கை நிறம் ஆகியவை அவற்றின் ஊட்ட முறையால் ஏற்பட்ட நிறங்கள். விலங்குகள் மெலானோசைட்டுகள் போன்ற சிவப்பு நிறக்கணிகச் செல்களின் மூலம் மெலானின்களை உண்டாக்குகின்றன. இத்தகைய நிறமிகளை உண்டாக்கும் செல்கள் தோலில் காணப்படுகின்றன. மெலானோசோம் என்னும் நிறமி, நிறமி உற்பத்திச் செல்களில் இருந்து மற்றச் செல்களுக்கு, எடுத்துக்காட்டாகத் தோலில் உள்ள கெராட்டின் செல்களுக்கு மாற்றப்படும்.

நிகழ்வு. நிறமிகளின் வகை, அளவு ஆகியன மரபியலால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டவை. ஒரு சில வரையறைக்குள் அவை சூழ்நிலைக் காரணிகளினாலும் மாற்றப்படலாம். பயன்தரத்தக்க ஒளி ஆற்றலை உறிஞ்சத்தக்க ஒளிச்சேர்க்கை உயிரினங்கள் தம் வாழ்விடத்தில் குறைந்த அளவு பகலவனின் ஒளி கிடைக்கும்போது அதிக அளவு நிறமிகளை உற்பத்தி செய்கின்றன. காணக்கூடிய நிறமாலையில் மற்ற உயிரினங்களால் தேர்வுக் குறைவு ஏற்பட்டபோது, சிவப்பு, நீலப்பசும்பாசிகள் தம்முடைய நிறமி உற்பத்தியை அதிகரித்து, அவற்றின் மூலம் கிடைக்கும் குறைந்த ஒளியையும் சிறந்த முறையில் பயன்படுத்துகின்றன. இதற்கு நிறமித் தகவமைவு (chromatic adaptation) என்று பெயர். ஒளித் தூண்டுதலால் ஏற்பட்ட சேதத்தைத் தடுக்கும் வண்ணம் கரோட்டினாய்டு நிறமிகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக நியூராஸ்போரா என்னும் பூசணத்தில் ஒளித் தூண்டுதலுக்கு ஈடு கொடுப்பதற்காகக் கரோட்டினாய்டுகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

கட்டுப்பாடு. பல விலங்குகளில் நரம்புகள் அல்லது வளர்வூக்கிகளின் கட்டுப்பாட்டால் நிறமிகள் உண்டாகின்றன. மனிதனின் தோலுக்கு அடியில் உள்ள தன்னிச்சையான நரம்பு அமைப்பு இயக்கத்தால், தோலில் உள்ள நிறம் மாறுபடுகிறது. சில ஊர்வன, நீர்நிலவாழ்வனவற்றின் தோலின் நிறம் பல வண்ணங்களாக மாறுதல் அடைகிறது. கண்ணில் பாய்ந்த ஒளி உணர்வுகள் வளர்வூக்கிகளின் வழியாக நிறமிச் செல்களுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. நிறமித் தூண்டு வளர்வூக்கிகள் நிற மணிகளைப் பரவும்படிச் செய்கின்றன. இதனால் தோல் கறுப்பு நிறம் பெறுகிறது. பச்சோந்தியின் தோலில் காணப்படும் நிறமாறுதல்கள் குறிப்பிடத்தக்கவை. இதன் புறத்தோலின் கீழ் அமைந்த மஞ்சள் நிறச்சாந்தோஃபில்லில் (xanthophyll) கரோட்டினாய்டு கலந்த கொழுப்பு பகலவனின் மஞ்சள் ஒளியை விலகச் செய்வதால் அதன் தோல் மஞ்சள் நிறமாகிறது. இவற்றிற்கும் கீழே நீலநில ஒளியைச் சிதறச் செய்யும் செல்கள் உள்ளன. புறத்தோலுக்குக் கீழே உள்ள செல்களிலிருந்து மேல் அடுக்குகள் வரை செல் நீட்சிகளைக் கொண்ட நிறமிச் செல்கள் உள்ளன. அங்கு உள்ள மெலானின் நிறமிகள் மேல்நோக்கி நகரும்போது தோல் பழுப்பு நிறமாகிறது. மெலானின் நிறமிகள் நிறச் செல்களில் செறிவுற்றிருக்கும்போது அவை மஞ்சள் நிறக்கணிகங்கள் உள்ள செல்கள் வெளியே விட்ட ஒளியை உறிஞ்சுகின்றன. தோலிலிருந்து மீண்டு வரும் ஒளிவீச்சில் மஞ்சள் நிறக்கணிகத்திலிருந்து வரும் நீலம், மஞ்சள் ஒளி கலந்து காணப்படும். இந்த ஒளியில்

நீலம் முதல் மஞ்சள் வரையிலான அனைத்து நிறச் சாயல்களும் நிறமிச் செல்களுக்கு ஏற்றவாறு மாறுபட்டுக் காணப்படும்.

- கே.ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

நிறமிக் குறைவு

மெலனின் உற்பத்திப் பாதை பாதிக்கப்படுவதால் தோலில் நிறமிக் குறைவு (hypopigmentation) உண்டாகிறது. மிகுதியான மெலனோசைட்டுகள், மேல் தோல் - அடித்தோல், மயிர்க்கால், யுவியல் (uveal) பாதை, விழித்திரை, உட்காது முதலிய இடங்களில் உள்ளன. மெலனின் உற்பத்திக்கு டைரோசின் என்னும் அமினோ அமிலம் முதன்மையாகத் தேவைப்படுகிறது.

அழற்சி, நோய்த் தொற்று, நோய் நிலைகள்

தொழுநோய். இந்நோயில் நிறமிக்குறைவு ஏற்படும் இடங்களில் உணர்ச்சியற்று இருக்கும்: இந்த இடங்கள் சிறிது பழுப்பு கலந்த வெண்மை நிறமாகவும் அதன் விளிம்புகள் (margina) பிரித்துணர முடியாமலும் இருக்கும்.

படர்தேமல் (tinea versicolor). இது ஒரு வட்ட வடிவமான நிறமிக் குறைவான தோல் தடிமமாகும். இது பெரும்பாலும் மேல் மார்பின் முன்புறமாகவோ பின்புறமாகவோ உண்டாகும். இது பிட்டிரோஸ்போரம் ஆர்பிகுலேர் (pityrosporum orbiculare) என்னும் காளான் நோய்த் தொற்றால் உண்டாகிறது. இந்தக் காளானில் உள்ள ஒரு நொதி மெலனோசைட்டின் உற்பத்தியைப் பாதிக்கும். காளான் கொல்லி மருந்தைத் தோலில் தடவிய பிறகு சூரிய ஒளிபடுமாறு தோலை வைத்திருந்தால் நிறமிக் குறைவு நோய் நலமாகும்.

மரபு வழி நோய்கள்

கண், தோல் பாண்டு நோய் (oculocutaneous albinism). இந்நோய்க்கு டைரோசின் குறைவே காரணமாகும். இதனால் தோல், மயிர், கண் முதலியவற்றில் உள்ள மெலனின் அளவு குறைந்தோ முழுதும் இல்லாமலோ இருக்கும். மயிர் வெள்ளை அல்லது பழுப்பு நிறமாக இருக்கும். ஒளிக் கூச்சம் (photophobia), விழி ஊசலாட்டம் (nystagmus) போன்ற அறிகுறிகள் இருக்கும். இவர்கள் புற ஊதா ஒளிக்குக் கூருணர்ச்சி உடையவராக இருப்பர். முப்பது வயது நெருங்கும்போது பெரும்பாலோருக்குத் தோல் புற்றுநோய் இருக்கும். இவர்கள் இயன்றவரை சூரிய ஒளியைத் தவிர்க்க வேண்டும்.

ஃபினைல் கீட்டோன் யூரியா. இந்நோயில் ஃபினைல் அலனினின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் தடை இருக்கும். இதனால் ஊனீரிலும் (serum), செல் வெளி நீர்மத்திலும் (extracellular fluid) ஃபினைல் அலனின் மிகுந்து டைரோசினுடன் போட்டியிட்டு மெலனின் உற்பத்தி பாதிக்கப்படுகிறது. இதனால் தோல், மயிர் இடங்களில் நிறமிக் குறைவு ஏற்படுகிறது.

வெண் குட்டம் (vitiligo). இது ஒரு வளரும் வட்ட எல்லைக்குட்படுத்தப்பட்ட (circumscribed) நிறமியற்ற தோல் நோயாகும். இது 30% மக்களிடம் மரபு வழி வந்ததாக இருக்கும். இந்நோயில் தோல் மிக வெண்மையாக இருக்கும். 30% நோயாளிகளிடம் தானாகவே மறு நிறமி மாற்றங்கள் நிகழலாம்.

பெரும்பாலான நோயாளிகளின் உடல் நலம் பொதுவாக நல்ல நிலையில் இருக்கும். ஆனால் சிலரிடம் தைராய்டு கோளாறு, நீரிழிவு நோய் முதலிய துணைநிலை நோய்கள் இருக்கக்கூடும்.

- சி. ஆதித்தன்

நிறமியப் பதனிடல்

இது குரோமிய உப்புகளைப் பயன்படுத்தித் தோலைப் பதனிடும் முறை ஆகும். பதனிடு பொருளின் முதன்மையான பணி பண்படாத் தோலிலுள்ள கொல்லஜன் இழைகளை நிலைப்படுத்தி, அவை நுண்ணுயிர் வழி நிலையிறக்கம் காணாமல் பாதுகாத்தலாகும். பதனிடு முறைகள் யாவற்றிலும் முதன்மை பெறுவது நிறமியப் பதனிடல் (chrome tanning) ஆகும். பதனிடலுக்குத் தயார் நிலையை உருவாக்குதல், பதனிடல், சீர்செய்தல் எனத் தோல் தயாரிப்பை மூன்று கட்டங்களாகப் பிரிக்கலாம். பதனிடுவதற்கு முன்பாகக் கீழ்க்காணும் செயல்முறைகள் நிகழ்த்தப்பட வேண்டும்; அவை சில புரதங்களை அகற்றுதல், கொல்லஜன் இழைத்திருத்தம், நனைத்தல் (உப்பகற்றம்), மயிரகற்றம் (சுண்ணமிடல் அல்லது எரித்தல்), சுண்ணமகற்றல், கசடகற்றல் (bating), அமிலமிடல் என்பன.

1858 இல் நாப் என்பார் குரோமியப் பதனிடு முறையைக் கண்டுபிடித்தார். எனினும், 1884 இல் தான் இம்முறை வணிக அளவில் சூலட்ஸ் என்பாரால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது.

அமிலத் தன்மை கொண்ட தோல், குரோமியப் பதனிடலுக்குத் தயார்நிலையிலிருக்கும். pH நிலை 2.8 ஆக இருக்கையில் குரோமிய சல்ஃபேட் (இந்த pH நிலையில் குரோமியம் சல்ஃபேட்டின் கரைதிறன் உயர்ந்திருக்கும்) கரைசலில் தோல் அமிழ்த்தப்படுகிறது. தோலை ஓர் உருளையில் குரோமியம் சல்ஃபேட் கரைசலுடன் மிக விரைவாகச் சுழற்றினால், வெப்பநிலை 40°C வரை உயர்ந்து, குரோமியப் பதிப்பை அறுதியிடுகிறது. இக்கரைசல் தோலினுள் நன்கு ஊடுருவியபின் சோடியம் பை கார்பனேட்

கரைசலைக் கொண்டு pH 3.4 - 3.6 வரம்புக்கு உயர்த்தப்படுகிறது. இதற்குள்ளாக, குரோமியம் கொல்லஜனுடன் வினையுற்று, தோலை நன்கு பதப்படுத்துகிறது. இத்தருணத்தில் தோல் நீலம் பாய்ந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. பதனிடப்பட்ட தோல்கள் ஓர் இரவுப்பொழுது அடுக்கி வைக்கப்படுகின்றன. இக்காலகட்டத்தில் கொல்லஜன் மீது மேலும் குரோமியம் ஊன்றுகிறது. இதன் பின்பு தோல் ஈரமாகும் வரை பிழியப்படுகிறது. இறுதியாக, தேவைப்படும் தடிமனுக்குக் குறுக்குவாட்டில் சீவப்படுகிறது.

குரோமியப் பதனிடல் பொதுவாக இரு தொட்டி (two bath) அடிப்படை கொண்டது. அமிலமிடப்பட்ட பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் கரைசலில் தோலைப் புகுத்தி, பின்பு டைகுரோமேட் ஆக்சிஜனேற்ற எண் + 3 கொண்ட குரோமியம் அயனியாக ஒடுக்கப்படுகிறது. அமெரிக்காவில் வணிக அளவிலான குரோமியப் பதனிடல் பெரும்பாலும் ஒரு தொட்டி முறையிலேயே நிகழ்த்தப்படுகிறது. இது தோலுக்கும் Cr^{+3} அயனிக்கும் இடையிலான வினையில் அமைந்தது. வினை முழுமை பெற்ற நிலையில் தோல் முழுமையாகப் பதனிடப்பட்டதாகக் கருதப்படும். முழுப் பதனிடலுக்குட்படுத்தப்பட்ட தோல் கொதிநீரில் அமிழ்த்தினால் பாதிப்புறாது.

அமிலத்திலிடப்பட்ட தோல் (pickled skin) குரோமியம் சல்ஃபேட் கரைசலில் ஊறவைக்கப்படுகிறது. கூழ் நுழைவுப் புறப்பரப்புக் கவர்ச்சிப் பகுப்பாய்வு (gel penetration chromatography) கூழ் மின்முனைக் கவர்ச்சி (gel electrophoresis), அயனிப் பரிமாற்ற வண்ணப் படிவுப் பிரிகை (ion exchange chromatography) , நிற நிரலியல் முறைகளின் வாயிலாக இக்குரோமியம் சல்ஃபேட் கரைசலில் குறைந்தது பத்து அணைவுச் சேர்மங்கள் உள்ளன எனத் தெரிய வந்துள்ளது.

குரோமியப் பதனிடு உப்புகளில் குரோமியத்தின் ஆக்சிஜனேற்ற எண் +3 ஆகும். இவை வீரிய அமிலங்களில் கரையக்கூடியன. ஆனால் நிலை pH 4க்கு மேற்படின் $Cr(OH)_3$ ஆகவோ, நீரேற்றம் பெற்ற Cr_2O_3 ஆகவோ வீழ்படிவாகின்றன. பலவகைக் கரிமப் பொருள்களுடனும் இவ்வுப்புகள் வினையுற்று நீரில் கரையவல்ல நிறப் பொருள்களைத் தருகின்றன.

கரைசல் நிலையில் Cr^{+3} அயனி OH^-அயனிகளை ஈர்க்கவல்லது. மூன்று ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளை மூன்று கட்டங்களில் ஏற்பதால் $Cr^{+3} + OH^-$ வினையை மூன்று கட்டவினையாக அறியலாம். pH=2 (அதாவது, $(OH^-) = 10^{-12}M$) என்னும் நிலையிலும் முதல்கட்ட வினை நிகழவல்லது. pH = 3 அல்லது 4 என்று உயர்த்தப்படும்போது இரண்டாம் கட்டவினை நிகழ்கிறது. மூன்றாம் OH^-யும் உறிஞ்சப்படுவதற்கு முன் pH = 8 அல்லது 9க்கு உயர்த்தப்பட வேண்டும்; கரைசலும் அதன் கொதிநிலைக்கு உயர்த்தப்பட்டால் வினை முற்றுப்பெறும். ஹைட்ராக்சைடு அயனிகளைக் கொண்ட அணைவில் குரோமியத்தின் முதனிலைப் பிணைப்புகளின் சதவீதம் அதன் காரத்தன்மை (basicity) எனப்படும்.

$$Cr^{+3} + OH^- \rightleftharpoons [Cr\text{-}OH]^{2+}$$
(33% காரத்தன்மை ; pH <2)

$$[Cr - (OH)]^{2+} + OH^- \rightleftharpoons [Cr\text{-} (OH)_2]^+$$
(66% காரத்தன்மை ; pH =2 முதல் 3 வரை)

$$[Cr (OH)_2]^+ + OH^- \rightleftharpoons [Cr\text{-} (OH)_3]^\circ$$
(100% காரத்தன்மை ; pH = 8-10 வெப்பப்படுத்துதலும் தேவை)

பொதுவாக, குரோமியப்பதனிடலில் பயன்படுத்தப்படும் குரோமியம் உப்புகள் 33-45% காரத்தன்மை வரம்புக்குள் அடங்குகின்றன. காரத்தன்மை என்பது $(OH^-) / (Cr^{+3})$ விகிதமாகும்.

அணைவுகள். குரோமியத்தின் ஈர்ப்பு விசைகள், அதன் மூன்று முதன்மை இணைதிறன்கள் மட்டுமல்லாமல், மூன்று துணைநிலை ஈர்ப்பு விசைகள் அயனிகளையும், மூலக்கூறுகளையும் ஈர்க்கும் திறன் பெற்றுள்ளன. நீர் மூலக்கூறுகள், OH^- அயனிகள், Cl^- அயனிகளை உள்ளடக்கிய ஆறு ஈதல் பிணைப்பு இருக்கைகள் குரோமியத்தில் உள்ளன. $[Cr (H_2O)_6]^{+3}$ அயனியிலுள்ள H_2O ஐக் கார்பாக்சிலேட் தொகுதி பதிலீடு செய்து, ஒற்றைப் பல்வகை (monodentate) அல்லது இரு பல்வகைப் பிணைப்பைத் தருகிறது. கொல்லஜனின் கார்பாக்சில் தொகுதிகள் இவ்வினையில் ஈடுபடுவதால் குறுக்குப் பிணைப்புகள் தோன்றுகின்றன.

மறைக்கும் பொருள்கள் (masking agents). பதனிடு செயலை மேம்படுத்தும் நோக்கத்துடன் சில மூடுபொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. ஃபார்மேட், அசெட்டேட் ஆகியன இவ்வகையில் சிறந்தவை. இவை Cr (III) அணைவுகளின் இயைபுகளையும், விரவும் தன்மையையும், வினைத்திறனையும் மாற்றியமைக்கின்றன. சல்ஃபேட் அயனிகள் குரோமிய அணைவுக் கோளத்தில் நுழைவதற்கு நாட்டம் பெற்றவை. இவ்வுப்புகளின் சேர்க்கையின் விளைவாகக் குரோமியப் பதனிடல் மூன்று கட்டங்களில் நிகழ்வதை அறியலாம். அவை குரோமியம் சல்ஃபேட் கரைந்து அயனியாகிறது. நேர்மின்னேற்றம் கொண்ட குரோமியம் அணைவு உருவாகிறது. மூடல் - ஃபார்மேட் அயனி அணைவில் நுழைந்து சல்ஃபேட்டைப் பதிலீடு செய்கிறது;

ஃபார்மேட் அயனியைவிட அசெட்டேட் அயனிக்குப் பதிலீட்டுத் திறன் கூடுதலாகும்; நிலைநிறுத்துதல் (fixation) முறையில் நேர் மின்னேற்றம் கொண்ட குரோமிய அணைவு அயனி தோல் புரதத்தின் அமினோ அமிலத்திலுள்ள கார்பாக்சில் தொகுதியுடன் வினைபுரிகிறது.

ஸ்டியஸ்னி என்பார் மூடு பொருள்களைக் குரோமியத்துடன் அவற்றுக்குள்ள நாட்டத்தின் ஏறு வரிசையில் ஒழுங்குபடுத்தியுள்ளார்.

$$NO_3^- < Cl^- < SO_4^{2-} < HCOO^- < CH_3COO^- < SO_3^{2-} < C_2O_4^{2-}$$

ஆக்சலேட் உப்புகள் கொடுக்கிணைப்பு (chelate) அணைவுத் தோற்றத்தின் வாயிலாக மிகச் சிறந்த மூடு பொருள்களாக விளங்குகின்றன. குரோமியப் பதனிடல் நிலைப்பை pH மற்றும் மூடுபொருள் சார்புகளாக அறியலாம். பதனிடு செயலில் குறுக்குப் பிணைப்புகள் தோன்றுவதற்கு இரண்டு இயங்குமுறைகள் பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றுள் ஒன்றில் இரு கார்பாக்சிலேட் தொகுதிகள் நேரடியாக ஒரே குரோமிய அணைவில் நுழைகின்றன. மற்றொன்றில், இரண்டு அணைவுகளுக்கிடையில் நீரகற்றம் ஏற்பட்டு, பிணைப்பு தோன்றுகிறது. வினைக்கலவையின் காரத் தன்மையை உயர்த்தினால் இரண்டாம் இயங்கு முறை ஊக்குவிக்கப்படுகிறது. வினை நிகழப் பலகரு அணைவுகள் பலவும் இணைப்புகளுடன் தோன்றி, நீரேற்றப்பட்ட ஹைட்ரஜன் அயனிகளை விடுவிக்கின்றன. நிலைத்தன்மைமிக்க ஆக்சலேட் பிணைப்புகள் தோன்றுகின்றன. உலர்ந்த, பதனிடப்பட்ட இறுதிநிலைத் தோலிலும் கிடுக்கிப்பிடி கொண்ட சல்ஃபேட் தொகுதிகள் இடம் பெற்றுள்ளமை கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

பிற உலோகங்களான அலுமினியம், இரும்பு, டைட்டேனியம் போன்றவற்றின் உப்புகளைவிடக் குரோமியம் உப்புகள் பதனிடு தொழிலில் பெரிதும் விரும்பப்படுவதற்கு முதன்மைக் காரணம் Cr^{+3} அயனியின் ஆக்சிஜனேற்ற எதிர்ப்புத் தன்மையாகும்.

குரோமியப் பதனிடலின் வளர்வீதத்தை அறிவதற்குப் பல ஆய்வுகள் நடைமுறையில் உள்ளன. படிப்படிப் பகுப்பாய்வில் (stratigraphic analysis) மாதிரித் தோல் புறப்பரப்பிலிருந்து தசைப் பகுதி வரை குறுக்குவாட்டில் பல அடுக்குகளாகச் சீவப்படும். இவ்வடுக்குகளில் குரோமிய அடக்கமும், தோல் புரத அடக்கமும் வேதி ஆய்வுமுறைகளின் வாயிலாக அறுதியிடப்படுகின்றன. பதனிடல் நிகழ, நிகழ ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் ஒவ்வோர் அடுக்கிலும் குரோமியம் அடக்கமும் வரம்பும் அளக்கப்படுகின்றன. இச்செயல்முறை மிகவும் கடினமானதேயாயினும் இதன் முடிவுகள் பயன்மிக்கவை.

இத்துறையில் மற்றொரு பயன்மிக்க ஆய்வு தோலின் சுருக்கம் தொடங்கு வெப்பநிலையை (shrinkage temperature) அளத்தலாகும். இதில் இரு தாங்கிகளுக்கிடையே ஆய்வுக்குள்ளாகும் தோல் மாதிரித் துண்டு விறைப்பாக இருத்தி வைக்கப்பட்டு, ஒரு நீர்த்தொட்டியில் அமிழ்த்தப்படுகிறது. நீர்த்தொட்டி மெல்ல மெல்லச் சூடாக்கப்படுகிறது. எவ்வெப்பநிலையில் தோல் உடன் சுருங்குகிறதோ அவ்வெப்பநிலை குறித்துக் கொள்ளப்படுகிறது. முழுமையாகப் பதனிடப்பட்ட தோல் 100°C இல் 3 நிமிடங்கள் வரை சுருங்காதிருக்கும். முறையாகப் பதனிடப்படாத தோல் 96-97°C வரம்பிலேயே சுருங்கிவிடும். எளிமையான இந்த ஆய்வில் பெறப்படும் முடிவுகள் நடைமுறைப் பயன் மிகுந்தவை. பதனிடு பொருளுக்கும் தோல் புரதத்திற்கும் இடையேயான வினை, இழையைக் குறுக்குப் பிணைப்புகளினால் நிலைக்கச் செய்கிறது. இந்நிலைத் தன்மையின் அளவுகோலாகச் சுருக்கம் தொடங்கு வெப்பநிலை அமைகிறது. 202-207°C வெப்பநிலை வரம்பு பெரும்பாலான தோல் பதனிடல்களுக்கு ஏற்றதாகும். சுருங்கு வெப்பநிலையை இதைவிட உயர்த்த வேண்டுமாயின் pHஐ உயர்த்த வேண்டும் அல்லது நீண்ட நேரம் பதனிடலை நடத்த வேண்டும்.

குரோமியப் பதனிடல் நடைமுறைகள். துடுப்புவழிப் பதனிடலில் துடுப்புப் போன்ற தடுப்புகள் கொண்டக் கலத்தில் பதனிடு பொருளும் தோலும் கலந்து சுழற்றப் படுகின்றன. ஒவ்வோர் அலகு நிறை தோலுக்கும் 4 அலகு நிறைகள் பதனிடு கரைசல் புகுத்தப்படுகிறது. இந்நீர்த்த நிலையில், உருளைவழிப் பதனிடலைவிட இம்முறை மெல்ல நிகழ்கிறது; இங்கு நிலவும் வெப்பநிலையும் குறைவாகும். தக்க கட்டுப்பாட்டு உத்திகளைக் கையாண்டால் கழிவு நீர்மத்தைச் சீராக்கி மீண்டும் பயனுறுத்தலாம். ஆனால் துடுப்புகளிலிருந்து தோலை விலக்கி எடுத்தல் எளிதன்று.

உருளைவழிப் பதனிடலில் கசடகற்றம், அமிலமிடல் ஆகியன முன்னோடிக் கட்டங்களாகும். ஃபார்மேட்டை மூடுபொருளாகப் பயன்படுத்தி இச்செயல்முறையை 6-8 மணி நேரத்தில் நிகழ்த்தலாம். உருளையின் கொள்ளவு 5000கி.கி. சுண்ணாம்பிடப்பட்ட தோல்களாகும். உள்ளீடு கட்டுப்பாட்டுத் தொட்டி, வெளியீடு கட்டுப்பாட்டு இறைப்பி, வெப்பநிலை, அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துவதுடன் இவற்றைக் கணிப்பொறியால் இயக்கி, முழுதும் தானியங்கிப் பதனிடு அமைப்பாக மாற்றியுள்ளனர். உலர்நிலைப் பதனிடல் (dry tanning) எனும் வழி முறையில் சமநிலையில் அமிலமிடப்பட்ட தோலிலிருந்து அமிலக் கரைசலை வடித்துப் பிரித்து, பதனிடு பொருளைத் திண்ம நிலையில் சேர்ப்பர்.

தோலில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும் அமிலத்தில் பதனிடு பொருள் கரைந்து எதிர்மின்னேற்ற அணைவுகளை உருவாக்குகிறது. உயர் உப்புச் செறிவினால் தோல் பருத்தல் (swelling) தவிர்க்கப்படுகிறது. இப்பதனிடல் முறை மிக விரைவாகச் செயல்படுகிறது. பதனிடு பொருள் புகுத்தப்பட்ட 2 மணி நேரத்திற்குள்ளாகவே சோடியம் பைகார்போனேட்டால் நடுநிலையாக்கம் செய்யலாம்.

நிறமியப் பதனிடலின் கிளை விளைவுகள். பதனிடு அமைப்பிலுள்ள குரோமியம் முழுதும் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. இதனால் பதனிடு சாலையிலிருந்து வெளியேறும் கழிவுகளில் குரோமியம் மிகுதியாக உள்ளது. காரத்தன்மையேற்றத்தைச் செவ்வனே நிகழ்த்துதல், உயர் வெப்பநிலைகள், நீண்ட பதனிடு காலம் ஆகியன தோலில் குரோமியம் புகுதலை உயர்த்துகின்றன. அலிஃபாட்டிக், அரோமாட்டிக் ஆகிய இருவகைக் கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களைப் பயன்படுத்தியும் குறுக்குப் பிணைப்புகளின் எண்ணிக்கையை உயர்த்தி, குரோமிய ஊன்றுகையை மேம்படுத்த வாய்ப்புண்டு. தோலில், பொதுவாக, குரோமிய அடக்கம் Cr_2O_3 என்னும் அடிப்படையில் 4-6% ஆக இருக்கையில் பதனிடு தொட்டியில் குரோமியச் செறிவு 50-100 மி.கி./லி என்னும் நிலையை எய்துகிறது. கிளையாக்சாலிக் அமிலத்தைப் பயன்படுத்திக் கார்பாக்சில் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கையையும், அதன் மூலம் வினையுறு பகுதிகளின் எண்ணிக்கையையும் உயர்த்தலாம்.

Cr(III) சேர்மங்கள் விலங்கினங்களுக்கும் பயிரினங்களுக்கும் துன்பம் தருவதில்லை. குறிப்பாக, தூய நீரில் அவற்றின் கரைதிறன் குறைவாக உள்ளமையால் அவை பயிர்களில் நுழைவதில்லை. ஆனால் Cr(vi) நீரில் கரையவல்லதாதலால் கொடிய நஞ்சாகக் கருதப்படுகிறது. அது ஒரு புற்றுநோய்த் தோற்றியுமாகும். காரத்தன்மை நிலவும் சூழ்நிலைகளில் Cr(iii) அயனி Cr(vi) ஆக மாறலாம். மாறாக, அமிலச் சூழ்நிலையில் Cr(vi) அயனி Cr(iii) ஆக மாறிவிடும். இப்போது பதனிடு சாலைக்கழிவுகளிலுள்ள Cr(vi) வீழ்படிவாக்கப்பட்டு அகற்றப்படுகிறது. அல்லது மறுசுழற்சிக்குட்படுத்தப்படுகிறது. தோல் தொழில் கழிவுகளான துண்டுகளும் (cuttings), சீவல்களும் (shavings), உரம், கோந்து, ஊன்புரதம் ஆகிய தயாரிப்புகளில் பயன்படுத்தப்படுவதால் தோலை மெலிதாக்கும் நோக்கத்துடன் குரோமியப் பதனிடலுக்கு முன்பாகச் சீவுதல் நிகழ்த்தப்பட வேண்டும்.

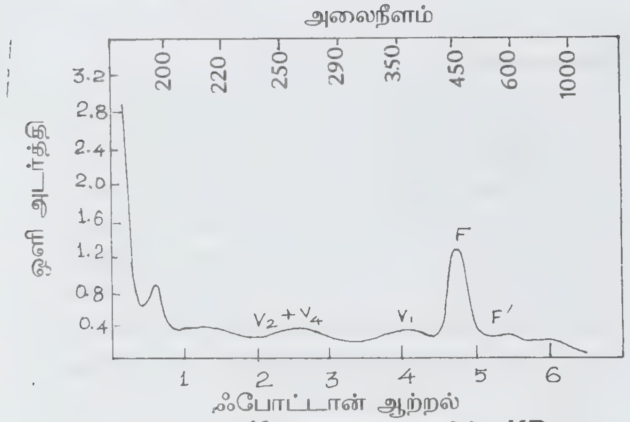
- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியம்

நிற மையங்கள்

கார ஹாலைடுகள், கார மண் ஃப்புளோரைடுகள், உலோக ஆக்சைடுகள் போன்ற ஒளிபுகும் படிகங்களில் பல வகையான அணு அல்லது எலெக்ட்ரான் குறைகள் ஒளியியல் உட்கவர் நிறப்பட்டைகளை உண்டாக்குகின்றன. இத்தகைய குறைகள் நிற மையங்கள் (colour centres) எனப்படும். உட்கவர் பட்டைகள் பல வகையான பொருள்களில் காணப்படுகிற ஒரு பொதுவான நிகழ்வு ஆகும். படிகங்களில் காமாக் கதிர்கள் அல்லது எக்ஸ் கதிர்களைப் பாய்ச்சுவதாலும், மாசுகளையோ, கூடுதலான ஆக்கக் கூறுகளையோ கலப்பதாலும், சில சமயங்களில் மின்னாற் பகுப்பினாலும் நிற மையங்களை உண்டாக்க முடியும். சோடியம் குளோரைடு போன்ற கார ஹாலைடுகளில் காணப்படும் F மையம் ஒரு நன்கு தெரிந்த எடுத்துக்காட்டு ஆகும். F என்பது நிறம் என்னும் பொருளைத் தருகிற Farbe என்னும் ஜெர்மன் சொல்லிலிருந்து எடுக்கப்பட்டது. சோடியம் குளோரைடின் நிற மையங்கள் கண்ணுக்குத் தெரியும் ஒளி நிறமாலையின் நீலப் பகுதியில் ஓர் உட்கவர் பட்டையை உண்டாக்குகின்றன. இவ்வாறு நிறமுள்ள சோடியம் குளோரைடு படிகம் கடத்தப்பட்டு ஒளியில் மஞ்சளாகத் தெரிகிறது. இதற்கு மாறாக நிற மையமுள்ள பொட்டாசியம் குளோரைடு மஜந்தா நிறத்துடனும் பொட்டாசியம் புரோமைடு நீல நிறத்துடனும் தோன்றுகின்றன.

நிற மையங்களைப் பற்றிய ஆய்வுகள் பல ஆண்டுகளாகவே நடைபெற்று வருகின்றன. பல விளக்கச் சோதனைகள் மூலம் வழிகாட்டப்பட்ட கொள்கை வழி ஆய்வுகள், குறிப்பாக நிற மையங்களைப் பற்றி மிகுந்த தகவல்களை அளித்திருக்கின்றன. நிற மையங்கள் தோன்றுகிற படிகங்கள், கட்புலனாகும் ஒளியும் நுண்ணலைகளும் (microwaves) உட்புகக் கூடியவையாக இருக்கின்றன. எனவே இப்படிகங்களை ஒளியியல் நிறமாலை, ஒளிர்வு நிறமாலை, ராமன் விளைவுச் சிதறல், காந்த வட்ட இரு நிறக்காட்டல் (magnetic circular dichroism), காந்த ஒத்ததிர்வு, மின் பண்பேற்றம் போன்ற பல முறைகளில் ஆய்வு செய்ய முடிகிறது. கதிரியக்க அளவிகளில் (dosimeters) நிற மையங்கள் பயன்படுகின்றன. உயர் அடர்த்தி நினைவுக் கருவிகளிலும், அதிர்வெண்ணை மாற்றக்கூடிய லேசர் கருவிகளிலும் நிறமையமுள்ள படிகங்களைப் பயன்படுத்தும் திட்டங்கள் வகுக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

நீர்ம நைட்ரஜன் வெப்பநிலையான 81 K இல் செறிவு மிக்க ஊடுருவும் எக்ஸ் கதிர்களைப் பாய்ச்சி நிற மையங்கள் உண்டாக்கப்பட்ட பொட்டாசியம் புரோமைடு படிகத்தின் உட்கவர் பட்டைகளைப் படம்



படம் 1. 81K வெப்பநிலையில் KBr படிகத்தில் உட்கவர் பட்டைகள்

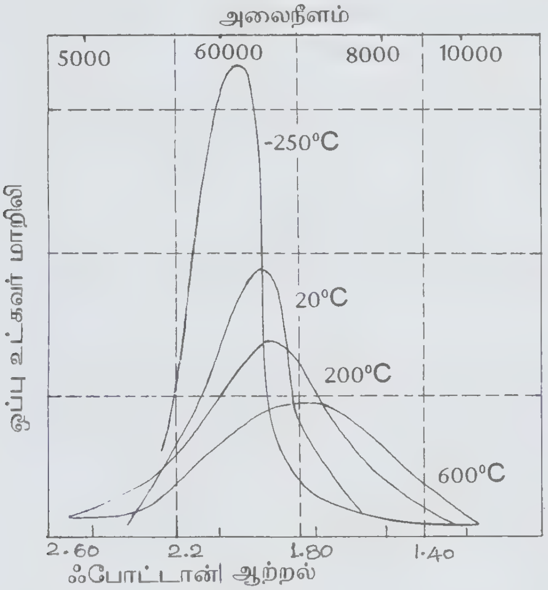
1 காட்டுகிறது. கதிர்வீச்சின் காரணமாகப் பல மேம்பட்ட பட்டைகள் தோன்றுகின்றன. F பட்டை 600 மைக்ரோ மீட்டர் அலைநீளத்திலும், V பட்டை புற ஊதாப்பகுதியிலும் ஏற்படுகின்றன. நிறமற்ற கார ஹாலைடு படிகங்களை உருகிய நிலையிலிருந்து எளிதாக வளர்க்க முடியும். அவற்றில் பத்தாயிரத்தில் ஒரு பங்கு என்னும் அளவில் மிகக் குறைவான குறைகள் இருக்கும்படிச் செய்ய முடியும். கதிர் வீசப்படாத, நிற மையங்கள் தோன்றாத நிலையில் தொலைக் கீழ்ச் சிவப்புப் பகுதியிலும், கட்புலனாகும் பகுதியிலும், தொலைப் புற ஊதாப்பகுதியிலும் கணிசமான உட்கவர்தல் நிகழ்வதில்லை. இத்தகைய படிகங்களில் எக்ஸ் கதிர், காமாக் கதிர் வீச்சுகளால் மட்டுமல்லாமல் வேறு முறைகளிலும் நிற மையங்களை உண்டாக்க முடியும். கூட்டு முறையில் நிறமேற்றுதல் என்பது இவற்றில் மிக இன்றியமையாதது. இம்முறையில் படிகத்தைக் கார உலோக ஆவியில் வைத்துச் சூடாக்குவதன் மூலம், மாறா விகித விதி (law of definitive proportions), ஆற்றல் மாறா விதி ஆகியவற்றை மீறுகிற வகையில் படிகக் கூட்டமைப்பை மாற்றி அமைக்க முடியும். F-பட்டை, V-பட்டை போன்ற நிறப்பட்டைகள், படிக அணிக் கோவையில் ஆங்காங்கே பரவியிருக்கிற குறைகளில் ஒளி உட்கவரப்படுவதன் காரணமாக உண்டாகின்றன. நிற மையங்களில் எலெக்ட்ரான்களின் நிலைமாற்றத்தால் இந்த உட்கவர்தல் நிகழ்கிறது. இதற்கு மாறாக ஓர் ஒளியியல் ஊடகத்தில் பரவியிருக்கிற பல அணுக்களைக் கொண்ட கூழ்மத் துகள்களும் (colloidal particles) நிறப்பட்டைகளை உண்டாக்குகின்றன. இந்நிகழ்வில் துகள்கள் போதுமான அளவு பெரியவையாக இருந்தால், ஒளிச்சிதறல், ஒளி உட்கவரப்படல் ஆகியவற்றால் ஒளி மறைவு ஏற்படும். மாணிக்கச் சிவப்புக் கண்ணாடிகளில் (ruby glass) நிறம் தோன்றுவதற்குத் தங்கக் கூழ்மத் துகள்கள் காரணமாகின்றன. கார ஹாலைடு படிகங்களுக்குள்ளும் கூழ்மத் துகள்கள் உருவாகக்கூடும். எடுத்துக்காட்டாக மிகையான கார உலோகம் அடங்கிய கூட்டு முறையில் நிறமேற்றிய படிகங்களைச் சூடாக்கும்போது இந்நிகழ்வு தோன்றுகிறது.

F-மையங்களைப் போல அணு நிலையில் பரவியிருக்கிற மையங்கள், திண்மப் பொருள்களில் எலெக்ட்ரான்களும், துளைகளும் சிக்கி விடுகிற பொதுவான நிகழ்வின் பகுதிகளாகும். F-மையம் என்பது ஓர் எதிரின அயனி இருக்க வேண்டிய வெற்றிடத்தில் சிக்கி விடுகிற எலெக்ட்ரானாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது. எலெக்ட்ரான்கள், துளைகள், அணிக்கோவை, வெற்றிடங்கள் ஆகியவற்றைப் பலவகையில் இணைத்து அயனி நிலைப்படிகங்களில் காணப்படும் பல வகையான உட்கவர் பட்டைகளை விளக்க முயன்றுள்ளனர். எலெக்ட்ரான் தற்சுழற்சி, ஒத்ததிர்வு போன்ற பல ஆய்வு வழிச் சான்றுகளின் உதவியுடன் நிற மையங்களும் அவற்றின் அமைப்பு மாதிரிகளும் அடையாளம் காணப்பட்டிருக்கின்றன.

நிற மைய நிகழ்வுகளில் மாசுகள் இன்றியமையாப் பங்குபெற முடியும். அயனிப் படிகங்களில் கலந்திருக்கிற சில வேற்று அயனி மாசுகள் தமக்குச் சிறப்பியல்பான நிற உட்கவர் பட்டைகளை உண்டாக்குகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, கார ஹாலைடுகளில் ஹைட்ரஜன் பொருத்தப்படும்போது புற ஊதாப்பகுதியில் U என்னும் உட்கவர் பட்டை தோன்றுகிறது. இந்நிகழ்வில் F-மையங்கள் மற்றக் குறைகளுடன் இடைவினை செய்கின்றன. எக்ஸ் கதிர் வீச்சினால் F-மையங்கள் தோன்றும் வீதத்தை ஹைட்ரஜனைச் சேர்ப்பதன் மூலம் அதிகரிக்கலாம். பெரும் செயலுறு திறனுடன் U-மையங்கள் F-மையங்களாக மாறிவிடுகின்றன.

F-மையங்கள். நிறமற்ற படிகங்களில் புற ஊதா, எக்ஸ் கதிர், காமாக் கதிர் ஆகியவற்றையும், உயர் வேக ஆற்றல் துகள்களையும் பாய்ச்சுவதன் மூலமும், மின்னாற்பகுப்பு மூலமும் F-மையங்களை உண்டாக்கலாம். ஆனாலும் கூட்டுமுறை நிறமேற்றல் ஓர் எளிய வழியாகும். கார உலோக ஆவியில் வைத்துக் கார ஹாலைடு படிகங்களைப் பல நூறு செல்சியஸ் வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கி விட்டுப் பின்னர் விரைவாக அறை வெப்பநிலைக்குக் குளிர வைப்பதன் மூலம் அவற்றுக்குக் கூட்டு முறையில் நிறமேற்றலாம். கதிர்வீச்சுகளின் மூலம் தோன்றக்கூடிய F-பட்டைகளை இம்முறையிலும்

தோற்றுவிக்கலாம். இவை படிகத்தின் கார ஹாலைடைப் பொறுத்து அமையுமே தவிர, சூழ்ந்திருந்த கார உலோக ஆவியைப் பொறுத்து இரா. எடுத்துக்காட்டாகப் பொட்டாசியம் குளோரைடைப் பொட்டாசிய ஆவியில் வைத்துச் சூடாக்கினாலும் சோடிய ஆவியில் வைத்துக் சூடாக்கினாலும் ஒரே வகை நிறமேற்றமே ஏற்படும். இதுவும் வேறு பல சான்றுகளும் மிகையான கார அணுக்கள் ஓர் எலெக்ட்ரானைக் கூட வருகிற எதிரின அயனி வெற்றிடங்களுக்கு அளித்துவிட்டு இயல்பான அணிக்கோவை அயனிகளாகப் படிகத்திற்குள் நுழைவதன் மூலமே F-மையங்கள் உருவாவதைக் காட்டுகின்றன.



படம் 2. வெப்பநிலையுடன் KBr படிகத்தில் F பட்டையின் அகலம் மாறுதல்

F-பட்டைகளின் அகலமும், சரியான இருப்பிடமும் வெப்பநிலை காரணமாக மாறுவதைப் படம் 2 காட்டுகிறது. இதை நிற மையத்தைச் சுற்றியுள்ள அயனிகளின் வெப்ப இயக்கத்தின் அடிப்படையில் விளக்க முடியும். உயர் வெப்பநிலைகளில் வெப்ப இயக்கம் இன்றியமையாமை பெற்றுவிடுகிறது. குறைந்த வெப்பநிலைகளில் உட்கவர் பட்டையின் அகலம் குறைந்து, மிகத் தாழ் வெப்பநிலை வரை ஏறத்தாழ ஒரு மாறிலியான அளவில் அமையும்.

உட்கவர் வரைகோடுகளின் உயரத்திலிருந்தும் பாதி உயர அகலத்திலிருந்தும் உட்கவர் மையங்களின் செறிவைக் கணக்கிடலாம். பழங்கொள்கைப்படிப் பொட்டாசியம் குளோரைடுக்கு உட்கவர் மையங்களின் செறிவு 1.3 $\times 10^{16}$ AH/செ.மீ.^{3} என வருகிறது. இதில் A என்பது பெரும உட்கவர்தல். இதன் அலகு செ.மீ$^{-1}$ H என்பது உட்கவர் பட்டையின் பாதி உயர அகலம். இது எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டில் குறிக்கப்படும். இந்த அளவிலுள்ள எண் மதிப்பு ஆய்வு செய்யப்படும் படிகத்தைப் பொறுத்தது. பொட்டாசியம் குளோரைடுக்கு இது 1.3 X 10^{16} ஆக உள்ளது. உட்கவர் சிறப்பியல்புகளுக்கும் குறை செறிவுக்கும் இடையிலான பொதுச் சமன்பாடு இதைவிடச் சற்றுச் சிக்கலானது. ஆனாலும் வேதி முறைகளால் கண்டுபிடிக்க முடியாத அளவுக்குக் குறைந்த செறிவுகளைக் கணக்கிட இது உதவும்.

குறைந்த வெப்பநிலைகளில் பட்டையைச் செம்மையான முறைகளில் அளவிடுவதிலிருந்து, இதன் உருவம் முதலில் கூறியபடி எளிய மணி வடிவத்தில் இல்லை என்று தெரிய வருகிறது. உண்மையில் இதன் குறைந்த அலை நீளப் பகுதியில் தோள் போன்ற ஒரு புடைப்புக் காணப்படுகிறது. இதை K-பட்டை எனக் குறிப்பிடுகின்றனர். F-மையத்தின் ஆற்றல் மட்டத்திட்டத்துடன் K-பட்டை ஒத்துப் போவதாகக் கருத்து வெளியிடப்பட்டிருக்கிறது. ஓர் எதிரின அயனி வெற்றிடத்திற்கு அண்மையில் உள்ள ஓர் எலெக்ட்ரானுக்கு ஒரு சிறும ஆற்றல் நிலையும், கடத்தல் பட்டைக்குக் கீழே ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கிளர்வுற்ற நிலைகளும் இருக்க வேண்டும். 1S அடி நிலையிலிருந்து கிளர்வுற்ற 2P நிலைக்கு எலெக்ட்ரான் நிலைமாற்றம் அடைவதற்கு ஒத்ததாக முதன்மையான உட்கவர் முகடு அமைந்துள்ளது. எலெக்ட்ரான் 3P மற்றும் மேற்பட்ட ஆற்றல் நிலைகளுக்குச் செல்வதால் பட்டை உண்டாவதாகக் கருதப்படுகிறது. அந்த ஆற்றல் நிலைகள் முடிவில் கடத்தல் பட்டையுடன் ஒன்றிவிடுகின்றன. F-மைய ஒளி கடத்துந்திறன் அளவீடுகள், 2P போன்ற தனித்தனியான கிளர்வுற்ற ஆற்றல் மட்டங்கள் கடத்தல் பட்டை அல்லது தொடர்பத்துக்குக் கீழே அமைந்துள்ளமையை உறுதி செய்கின்றன.

எலெக்ட்ரான் தற்சுழற்சி ஒத்ததிர்வு, எலெக்ட்ரான் அணுக்கரு இரட்டை ஒத்ததிர்வு ஆகியவற்றை ஆய்வு செய்வதன் மூலம் F-மையங்களைப் பற்றிய சில விளக்கமான தகவல்கள் பெறப்பட்டுள்ளன. இந்த ஆய்வுகளிலிருந்து ஹாலோஜன் அயனி வெற்றிடத்தில் சிக்கியுள்ள எலெக்ட்ரானின் அலைச் சார்பெண்ணின் அளவையும் பண்பையும் கண்டுபிடிக்க முடிகிறது. அடி நிலையிலுள்ள எலெக்ட்ரான் கூடத் தல அளவில்

அடங்கியிருப்பதாகத் தெரியவில்லை. இது அடுத்துள்ள ஆறு கார அயனிகளிலும் ஓரளவுக்கு மேலும் நீண்ட தொலைவிலுள்ள அண்டை அயனிகளிலும் பரவியிருக்கிறது. தற்சுழற்சி-சுற்றுப்பாதை இடைவினையின் காரணமாக F-மையத்தின் கிளர்வுற்ற நிலையில் நுண்வரிக் கட்டமைப்பு ஏற்படுவதை ஃபாரடே சுழற்சி ஆய்வுகள் காட்டுகின்றன. F-மையத்தின் தற்சுழற்சி-சுற்றுப்பாதைப் பிரிகை எதிரினமானது. ஒரு வெற்றிடத்தில் சிக்கிய எலெக்ட்ரானுக்குக் கொள்கை அடிப்படையில் காணப்பட்ட முடிவுகளுடன் இது ஒத்திருக்கிறது.

குறைந்த வெப்பநிலைகளில் ஒரு கிளர்வுற்ற F-மையம் தானாகவே சிதைந்து ஒரு கீழ்ச் சிவப்புக் கதிர் குவாண்டத்தை உமிழ்ந்துவிட்டு அடி ஆற்றல் நிலையை அடைகிறது. கிளர்வுற்றிருக்கும் F-மையம் பொட்டாசியம் குளோரைடில் 0.57 மைக்ரோ நொடிக்கும் பொட்டாசியம் அயோடைடில் 2 மைக்ரோ நொடிக்கும் நீடிப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. கிளர்வுறுதலினாலும் அணிக்கோவைத் தளர்வினாலும் அலைச்சார்பெண்ணில் ஒரு தீவிரமான மாற்றம் ஏற்படுவதன் காரணமாகவே இந்த நீண்ட வாழ் நேரங்கள் கிளர்வுற்ற F- மையங்களுக்கு அமைவதாகத் தெரிகிறது. இவ்விளைவைக் கணக்கிட அணிக்கோவை முனைவாக்கத்தையும் சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டும். தளர்வுற்ற கிளர்வு நிலை, அணிக் கோவையில் மிகுதியாகப் பரவியிருக்கும். அடி ஆற்றல் நிலை மிகவும் குறுகிய தல அளவிலேயே இருக்கும்.

F-மையங்கள் கொண்ட படிகங்களைக் குறைந்த வெப்ப நிலைகளில் வைத்து F-பட்டையிலுள்ள கதிர்களையே செலுத்தினால், F-உட்கவர்தல் குறைந்த F' என்னும் ஒரு புதிய பட்டை உருவாகிறது. ஒரு F'-மையம் தோன்றினால் இரண்டு F-மையங்கள் அழிகின்றன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. F-மையம் F'-மையமாக மாறும்போதும் கார ஹாலைடுகளில் F-பட்டையின் ஒளியைப் பாய்ச்சும்போதும் முக்கியமான ஒளி மின் விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன.

V- மையங்கள். படம் 1 இல் உள்ளவாறு குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள பொட்டாசியம் புரோமைடின் மேல் ஒளியைப் பாய்ச்சும்போது கட்புலனாகும் நிற மாலைப்பகுதி, புற ஊதாப்பகுதி ஆகிய இரண்டிலுமே உட்கவர் பட்டைகள் தோன்றுகின்றன. இவற்றுக்கு V-பட்டைகள் என்று பெயர். கார உலோக ஆவிகளால் கூட்டு முறையில் நிறமேற்றம் செய்யப்பட்ட படிகங்களில் இவை இராதவை போலத் தோன்றுகிறது. ஒரு படிகத்தின் மீது கதிரைப் பாய்ச்சும்போது எலெக்ட்ரான், துளைகள் ஆகிய இரண்டுமே தோன்றுகின்றன. எனவே எதிரின அயனி வெற்றிடங்களில் சிக்கிய எலெக்ட்ரான்களுக்கான பட்டைகளுடன், சிக்கிய நேரின மின்களுக்கான பட்டைகளும் தோன்றும் எனக் கருதலாம். பொட்டாசியம் புரோமைடு, பொட்டாசியம் அயோடைடு ஆகிய படிகங்களிலாவது மிகையான ஹாலோஜனை நுழைப்பதன் மூலம் V-பட்டைகளை உண்டாக்க முடியும்.

தற்சுழற்சி ஒத்ததிர்வு உத்திகளின் மூலம் V-மையங்கள் அடங்கிய படிகங்கள் ஆராயப்பட்டுள்ளன. இதன் மூலம் முன்னதாகக் காணப்பட்டிராத ஒரு மையம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதைச் சில சமயங்களில் V_kமையம் எனக் குறிப்பிடுவதுண்டு. பொட்டாசியம் குளோரைடு படிகத்தில் தம் இயல்பான அணிக்கோவை இருப்பிடத்திலிருந்து இடம் பெயர்ந்த ஒரு Cl_2மூலக்கூறு அயனியாக மாறிய இரண்டு ஹாலோஜன் அயனிகளுக்கு அருகில் சிக்கிவிட்ட ஒரு துளையின் காரணமாக V_k மையம் ஏற்படுகிறது. இத்தகைய மையம் பல்வேறு கார ஹாலைடுகளில் காணப்பட்டிருக்கிறது. இதன் ஒளி உட்கவர்தலுக்கும், ஆற்றல் மட்டக் கட்டமைப்புக்கும் இடையில் உள்ள தொடர்புகளும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. அயனிநிலைப் படிகங்களின் உள்ளார்ந்த பொலிவை உண்டாக்குவதில் V_kமையங்கள் இன்றியமையாதவையாகக் காணப்பட்டுள்ளன.

இவற்றைத் தவிரப் படிகங்களில் திரள் மையங்களும் (aggregate centres) மாசுகளுடன் சேர்ந்த மையங்களும் இன்றியமையாதவையாக இருக்கக்கூடும். கார ஹாலைடுகள் நிறமையங்களுக்கு மிக ஏற்ற அணிக்கோவை அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. எளிய கதிர்வீச்சுகளின் மூலம் அவற்றில் நிற மையங்களை உண்டாக்கிவிட முடிகிறது. இதில் ஒரு திறமை மிக்க ஒளியாற் பகுப்புச் செயல்முறை (photolytic process) பங்கு பெறுகிறது. CaF_2 போன்ற ஃபுளூரைட் கட்டமைப்புள்ள படிகங்களிலும் Cao, MgO போன்ற ஆக்சைடு படிகங்களிலும் இவ்வகை நிகழ்வுகள் உண்டாகின்றன. இந்நிகழ்வுகளின் ஒளியாற் பகுப்புச் செயல்முறைகள் வேறு விதமானவை. இவை கார ஹாலைடுகளில் உள்ள அளவுக்குத் திறன் மிகுந்தவை. படிகம் தூய்மையாக இருப்பதும் அடிக்கடி இடையூறு ஏற்படுத்துகிறது.

- கே. என். ராமசந்திரன்

நிற வடிப்பான்

ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீள நெடுக்கத்திற்குள் ஒளியையும், கீழ்ச்சிவப்பு மற்றும் புற ஊதாக் கதிர்களையும் ஊடுருவிச் செல்ல விடும் ஒரு கருவி நிற வடிப்பான் (colour filter) எனப்படுகிறது. வழக்கமாக நிறமேற்றிய கண்ணாடிகள், படலங்கள் போன்ற ஒளி புகும் பொருள்கள் நிற வடிப்பான்களாகச் செயல்படுகின்றன. இவை சில குறிப்பிட்ட அலை நீளப்பட்டைகளை உட்கவரக் கூடிய தன்மை பெற்றவை. ஒளிக் குறுக்கீட்டு வடிப்பான்கள் வேறு தத்துவத்தில் செயல்படுகின்றன. 10-100 ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகு வரை குறுகிய நெடுக்கத்தில் அவை ஒளியை வடிகட்டி அனுப்பக்கூடியவை. மூக்குக் கண்ணாடிகளில் கண்ணுக்குத் தீமை விளைவிக்கிற கதிர்களை வடிகட்டுகிற வகையில் அமைந்த கண்ணாடிகளும் ஒரு வகை வடிப்பான்களே ஆகும். இவை புற ஊதாக் கதிர்களையும் கீழ்ச்சிவப்புக் கதிர்களையும் வடிகட்டி விடுகின்றன. புகைப்படவியல், நிறம் மற்றும் நிறப்பார்வை ஆய்வுகள், நிறமாலை வரிகளைத் தனிமைப்படுத்தல் போன்ற துறைகளில் வடிப்பான்கள் விரிவாகவும் பரவலாகவும் பயன்படுகின்றன. ஒரு தூய நிறமாலையில் ஒரு குறுகிய பிளவை வைத்து ஒரு நிறத்தை மட்டும் பிரித்தெடுப்பதும் ஒரு வகையில் நிற வடிப்புச் செயலே ஆகும். ரூபன்ஸ், உட் ஆகியோர் உருவாக்கிய ஒரு முறையில் உயர் அலை நீள வெப்ப கதிர்களைக் குவார்ட்ஸ் வில்லையின் உதவியுடன் தனிப்படுத்த முடிகிறது. இதற்குக் குவியத்தனிமைப்படுத்தல் (focal isolation) என்று பெயர். 107 மைக்ரான் அலைநீளமுள்ள வெப்பக்கதிர்கள் குவார்ட்ஸ் மூலம் ஊடுருவக்கூடியவை. குவார்ட்ஸ் கதிர்களுக்கு உயர்ந்த விலகு எண்ணும் அதைவிடக் குறைந்த அலை நீளமுள்ள கதிர்களுக்குக் குறைவான விலகு எண்ணும் உள்ளன. எனவே, ஒரு குவார்ட்ஸ் வில்லையைப் பயன்படுத்தி உயர் அலைநீள வெப்பக்கதிர்களை ஒரு திரையில் உள்ள துளையில் விழும்படிச் செய்யலாம். திரை, குறைந்த அலைநீளக் கதிர்களைத் தடுத்துவிடும்.

வடிப்பான்களாகப் பயன்படும் பொருள்கள் அவற்றின் தேர்வு உட்கவர் திறனின் (selective absorption) அடிப்படையில் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. வெவ்வேறு நோக்கங்களுக்கு வெவ்வேறு வகையான பொருள்களாலான வடிப்பான்கள் பயன்படுத்தப்படும். மின்காந்தக் கதிர்கள் ரேடியோ அலைகளிலிருந்து காமாக் கதிர்கள் வரையான நெடுக்கம் உள்ளவை. அனைத்துப் பொருள்களும் இதில் ஏதாவது ஒரு பகுதியை மட்டுமே உட்செல்லவிட்டு மற்றவற்றைத் தடுத்து நிறுத்திவிடும். எடுத்துக்காட்டாகப் பிச்சுக்கட்டி (pitch), கண்ணுக்குத் தெரியும் ஒளிக் கதிர்கள் அனைத்தையும் தடுத்து நிறுத்தி விடும் வகையில் இருந்தாலும் உயர் அலைநீளக் கீழ்ச் சிவப்பு கதிர்களை மட்டும் தன்னூடாகப் பரவவிடுகிறது. சாதாரணமான சன்னல் கண்ணாடி கண்ணுக்குத் தெரியும் ஒளியைப் புகவிட்டாலும் 3100 ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகுக்குக் குறைந்த அலைநீளமுள்ள புற ஊதாக்கதிர்களைத் தடுத்துவிடுகிறது. பென்சீன் போன்ற நிறமற்ற ஹைட்ரோ கார்பன்கள் புற ஊதாப்பகுதியிலும், கீழ்ச் சிவப்புப் பகுதியிலும் குறிப்பான அலைநீளப் பகுதிகளைத் தடுத்து நிறுத்திவிடுகின்றன. கிரவுன் கண்ணாடி 3000 ஆங்ஸ்ட்ராமுக்குக் குறைந்த அலைநீளமுள்ள புற ஊதாக்கதிர்களையும், 20,000 ஆங்ஸ்ட்ராமுக்கு மேற்பட்ட அலைநீளமுள்ள கீழ்ச்சிவப்புக்கதிர்களையும் தடுத்துவிடும். குவார்ட்ஸ் 1800-40,000 ஆங்ஸ்ட்ராம் அலைநீளமுள்ள அனைத்துக் கதிர்களையும் தன்னூடாகச் செல்லவிடுகிறது. இந்துப்பு 1,50,000 ஆங்ஸ்ட்ராம் வரை அலைநீளமுள்ள கீழ்ச்சிவப்புக்கதிர்களை அதன் வழியே செல்லவிடும். இதன் காரணமாக அண்மைக் கீழ்ச்சிவப்புக்கதிர் ஆய்வுகளுக்கு இந்துப்பினாலான முப்பட்டகங்களும் சன்னல்களும் பயன்படுகின்றன. கண்ணாடிகளில் தகுந்த உலோகங்களைக் கலந்து நிற வடிப்பான்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. ஆய்வகங்களில் புரோமின், அயோடின் ஆகியவை அடங்கிய கரைசல்களும் நிற வடிப்பான்களாகப் பயன்படுவதுண்டு.

- கே.என். ராமசந்திரன்

நிற வெப்பநிலை

ஒரு கறுப்பு நிறமற்ற பொருளின் நிறமாலையில் இருப்பதைப் போன்ற ஆற்றல் பரவீடு உள்ள நிறமாலை கொண்ட ஒரு கரும் பொருளின் வெப்பநிலை, கறுப்பு நிறமற்ற பொருளின் நிறவெப்பநிலை (colour temperature) ஆகும். கரும் பொருளின் நிறமாலை ஆற்றல் பரவீட்டிலிருந்து வேறுபட்டதாக ஒரு பொருள் வெளியிடும் கதிர்வீச்சு அல்லது ஒரு கரும் பொருளின் அனைத்து அலை நீளங்களுக்குமான மொத்தக் கதிர்வீச்சின் ஒரு மாறாத பின்னமாக ஒரு சாம்பல் நிறப் பொருள் வெளியிடும் கதிர்வீச்சு, தேர்ந்த கதிர்வீச்சு (selective radiation) எனப்படுகிறது. ஒரு சாம்பல் நிறப்பொருளுக்கு அனைத்து அலை நீளங்களிலும் கதிர்வீச்சு எண் சமமாக இருக்கும். எனவே இதன் உண்மையான வெப்பநிலையே இதன் நிறவெப்பநிலை ஆகும். ஒரு சூடான பொருள் கண்ணுக்குத் தெரியும்

கதிர்களை வீசத் தொடங்கினால் அது வெண்சுடர் நிலையில் (incandescence) இருப்பதாகச் சொல்லப்படும்.

உயர் வெப்பநிலையில் இராத பொருள்கள் ஒளி விடுவது, ஒளிர்தல் (luminescence) எனப்படும். ஒரு பொருளின் வெண்சுடரை அளவிட நிறவெப்பநிலை பயனுள்ளது. அதே அளவு வெண்சுடரை வெளியிடுகிற ஒரு கரும் பொருளின் வெப்பநிலையைச் சுடர்விடும் பொருளின் நிற வெப்ப நிலையாகக் குறிப்பிடலாம். ஒரு பொருளுக்குச் சமமான சுடரை வெளியிடுகிற ஒரு கரும் பொருள் அந்தப் பொருளுக்குச் சமமான பொலிவையும் பெற்றிருக்க வேண்டும் என்பதில்லை. சாதாரணமாக ஒளி மூலங்களின் நிறவெப்பநிலைகள் செயல்படு சூழ்நிலைகளைப் பொறுத்தவை. மெழுகுவத்திக்கு 1925 கெல்வின், மண்ணெண்ணெய் விளக்குக்கு 2000 கெல்வின், நூறு வாட் மின் குமிழ்விளக்குக்கு 2800 கெல்வின், கரிவில் விளக்குக்கு 4000 கெல்வின், சூரியனுக்கு 5800 கெல்வின் எனத் தோராயமாக நிற வெப்பநிலைகள் கணக்கிடப்பட்டுள்ளன.

- கே.என். ராமசந்திரன்

நிறுத்தச் சுவர்

தரையின் இருபக்கங்களுள், ஒரு பகுதி உயரமாகவும் மற்றொன்று உயரம் குறைந்ததாகவும் அமைவதுண்டு. இவ்விரண்டிற்கும் இடையில் கட்டப்பட்டு உயரமுள்ள பகுதிப் பொருளை நிலைநிறுத்தும் சுவருக்கு நிறுத்தச் சுவர் (retaining wall) எனப்பெயர். சரியாக உள்ள மண்ணணைப்புப் பகுதிகளில் தரை மட்டத்திற்கு மேலுள்ள மண்பகுதியைத் தாங்கி நிறுத்துவதே இதன் அடிப்படைப் பணியாகும். இந்தச் சுவர் பொருண்மையின் வாயிலாக நெம்புகோல் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் வடிவமைக்கப்படுகிறது.

சுவரின் ஒரு பக்கத்தில் தரைமட்டத்தை விட உயரமாக உள்ள மண் பகுதிக்குப் பின்நிரப்பு என்று பெயர். இந்த மண் பகுதியைத் தாங்கி நிறுத்துவதே நிறுத்தச் சுவரின் வேலையாகும். ஒரு பாலத்தின் சுமையையும் மருங்கிலுள்ள உயர மண் பகுதியையும் தாங்கும் சுவர்க்கு அண்டை தாங்கு சுவர் எனப் பெயர். பாலத்தின் அண்டைச் சுவரையொட்டியும் சரிவாகவும் அமைந்து மண்ணணைப்பைத் தாங்கு சுவர்க்கு இறக்கைச் சுவர் எனப் பெயர்.

நிறுத்தச் சுவர்கள் நெடுஞ்சாலையின் குறுக்கே வரும் பாலம், தொடர் வண்டிப் பாலங்கள், மலைப்பாதையின் மேல்பக்கச் சுவர், சிலவிடங்களில் சுற்றுச் சுவர் முதலியவற்றிலும், நீர்த்தேக்க நீர்வழிப் பாதைகளில் அண்டைச்சுவர், மண் அணையின் உட்பக்க நெடுக்கைச் சுவர் முதலியவிடங்களிலும் அமையும்.

வடிவமைப்புக் கோட்பாடுகள். நிறுத்தி வைக்கப்படும் மண்ணின் கிடையழுத்தம் மற்றும் அடித்தள நிலநீரின் அழுத்தம் இவற்றை எதிர்த்து நிற்குமாறு நிறுத்தச் சுவர் வடிவமைக்கப்படுகிறது. நிறுத்தச் சுவர் மேல் தூக்கிக் கவிழ்க்கப்படக்கூடாது. இது சறுக்கவோ, நகரவோ, நழுவவோ கூடாது. நிறுத்தச்சுவருக்குக் கீழுள்ள மண் அதனுடைய தாங்கு திறனுக்கு மேல் தகைவுறுத்தப்படக்கூடாது. மண்ணின் இயல்பமைப்பை அதன் வகை, நிலத்தடி நீரின் இயல்பான மேல்மட்டம், துணை அடித்தள மண்ணீரின் அசைவு, நிறுத்தச் சுவரைக் கட்டப் பயன்படுத்தும் கட்டுமானப் பொருள் ஆகியவற்றையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

பொதுவாக அடித்தள, துணை அடித்தள மண்ணின் செயல்வினை, மண்ணழுத்தம், எதிர்வினை மண்ணழுத்தம் இவற்றைக் கருத வேண்டும். மேல் நெடுக்கையின் பின்பகுதியில் செயல்படும் மண் மற்றும் நீரழுத்தம் போன்று செலுத்தப்படும் சுமைகள் அடித்தள மண்ணின் மேலழுத்தம், எதிர்வினை அழுத்தம், அடித்தள மண்ணிற்கும் நிறுத்தச் சுவருக்குமிடையே ஏற்படும் உராய்வு முதலியவை கணக்கிடப்பட்டு நிறுத்தச் சுவர் வடிவமைக்கப்படுகிறது.

பல்வகை நிறுத்தச் சுவர்களைக் கனதத சுவர் அல்லது ஈர்ப்புச் சுவர், பகுதிக் கனத்த சுவர், நீட்டுச் சுவர் அல்லது தொங்கு சுவர், எதிரரண் நிறுத்த சுவர், தாங்கப்பட்ட அல்லது முட்டு நிறுத்தச் சுவர் என ஐந்து வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

கனத்த சுவர்: இச்சுவர் மொத்த கற்காரை அல்லது கனத்த கட்டுமானத்தைக் கொண்டது. இதன் ஈர்ப்பு எடையால் தாங்கும் மண்பகுதி தாக்கும் அழுத்தத்தை எதிர்த்து நிலைக்கும் தன்மை பெற்றது. கற்காரையாலோ பிற கட்டுமானத்தாலோ ஏற்படும் தகைவுகள் மிகவும் குறைவாகவே இருக்கும். நீள்தகைவு ஏற்படா வண்ணம் இச்சுவர் வடிவமைக்கப்படுகிறது. தடித்த, கனத்த கட்டுமானமாக உள்ளமையால் இத்தகைய நிறுத்தச் சுவர் பிற வகையான சுவரைவிடக் கூடுதலான எதிர்த்தாங்கு திறன் பெற்றுள்ளது. சுவரின் அடிப்பகுதியில் ஏற்படும் உராய்வு எதிர்த்திறனால் இது நழுவவோ நகரவோ செய்வதில்லை. இத்தகைய சுவரை 1:3 சிமெண்ட், மணல் கலவை சேர்ந்த கற்காரையுடன் செங்கற்களைச் சேர்த்தோ

1:3:6 விகிதக்கற்காரையுடன் குறைந்த அளவு எஃகு உறுதியூட்டிகளைப் பயன்படுத்தியோ கட்டலாம். பொதுவாக இது 1.80 மீட்டர் உயரம் வரையே சிக்கனமாக இருக்கும். இயற்கையில் கிடைக்கும் கருங்கற்களைப் பயன்படுத்தி 1 மீ உயரமுடைய சிறிய சுவர்களைக் கட்டலாம்.

பகுதி கனத்த சுவர். இதன் அடிப்பகுதியும், மேல் நெடுக்கையும் மிகு கனமாகவும் தடிமனாகவும் இருக்கும். அப்போதுதான் இதில் நீள்விசைத் தகைவுகள் ஏற்படுவதில்லை. எனினும் கற்காரையாலான அடிப்பகுதியிலும் மேல் நெடுக்கையிலும் எஃகு உறுதியூட்டிகளைப் பயன்படுத்தி கனத்தைப் பெரிதும் குறைக்கலாம்.

நீட்டு அல்லது தொங்கு சுவர். இதில் மேல் நெடுக்கை, முன்முனை நீட்டல், பின்முனை நீட்டல் என மூவகையுண்டு. சிலவற்றில் முன்முனைப்பகுதி இன்றியும் காணப்படலாம். 1.20-6மீ. உயரம் வரை உறுதி பெற்ற கற்காரையாலான சுவராக இதைப் பயன்படுத்தலாம். உயரம் மிகுதியாக இருந்தால் மேல் நெடுக்கை முன்முனைப் பலகத்தோடும் பின்முனைப் பலகத்தோடும் சேரும் பகுதிகளில் குழைவு நிரப்பி கொண்டு நிலைத்தன்மை உறுதிப்படுத்தப்படுகிறது. மேலும் அடித்தளப் பலகத்தில் கீழ்நோக்கிய ஒரு நீட்டுப் பகுதியை இணைத்து நழுவலுக்கெதிரான நிலைத் தன்மையை மிகுதிப்படுத்துவதும் உண்டு

எதிரரண் நிறுத்தச்சுவர். 6மீ. உயரத்திற்கு மேல் உள்ள சுவருக்கு இந்த நிறுத்தச் சுவர் பொருத்தமானது. இதில் மேல் நெடுக்கையின் பின்பகுதியில் செங்கோண முக்கோண வடிவில் 3-4மீ. இடைவெளியில் உறுதிபெற்ற கற்காரைச் சுவர்கள் அடித்தளப் பின்முனைப் பலகத்தோடு இணைத்துக் கட்டப்படும். இவ்வாறு இடையிடையே சுவர்கள் கட்டப்படுவதால் மேல்நெடுக்கைப் பகுதியிலுள்ள பலகம், கொடுங்கைப் பலகமாக இயங்காமல் எதிரரண் சுவர்களிடையே தாங்கப்பட்ட பலகமாக அமைகிறது. இதனால் வளை உந்தம் குறைந்த மேல் நெடுக்கை மற்றும் பின்முனைப் பலகம் இவற்றின் கனம், பயன்படுத்தவேண்டிய எஃகு உறுதியூட்டி அளவு ஆகியன குறைகின்றன.

முட்டு நிறுத்தச் சுவர். மேல் நெடுக்கையின் பின்பகுதிக்குப் பதிலாக, அதன் முன் பகுதியிலும் அடித்தளத்தில் முன்முனைப் பலகத்தோடும் இணைந்து குறுக்கு முக்கோணச் சுவரை 3மீ. இடைவெளிக்கு ஒன்றாகக் கட்டுவதுண்டு. இத்தகைய முட்டுச் சுவரில் அடித்தளத்தின் பின்முனைப்பகுதி அகலம் குறைவாக இருக்கும். எனவே இம்முட்டுச்சுவரின் நிலைத்தன்மையில் குறைவு ஏற்படும் வாய்ப்புண்டு. முட்டுச்சுவர் கட்டுதல் இடத்தை அடைப்பதால் போக்குவரவுக்குத் தடை ஏற்படும். எனவே முட்டு நிறுத்தச் சுவர் மிக அரிதாகவே பயன்படுத்தப்படுகிறது.

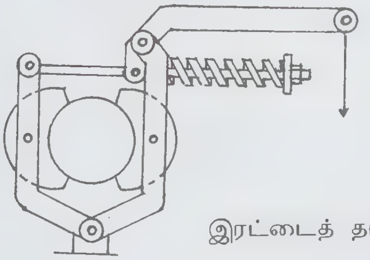
- அ. வீரப்பன்

நிறுத்தி

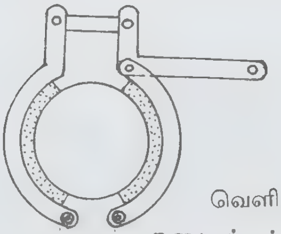
ஒரு நகரும் பொறி அல்லது ஊர்தியின் வேகத்தைக் குறைக்கவும் நிறுத்தவும் பயன்படும் ஓர் எந்திரப் பிணைப்பு, நிறுத்தி (brake) எனப்படுகிறது.

உராய்வு நிறுத்தி. பயன்படுத்தப்படும் உராய்வு உறுப்பைப் பொறுத்தும், உராய்வு விசைகளைக் கொடுக்கும் வழிவகைகளைப் பொறுத்தும் உராய்வு நிறுத்தி வகைப்படுத்தப்படும்.

தனித்தடுப்பு நிறுத்தி. பொதுவாக ஒரு நிறுத்தியிலுள்ள தடுப்பு, சுழலும் ஒரு சக்கரத்தினுடைய தோற்றத்திற்கேற்ப அமைக்கப்பட்டிருக்கும். ஆதார தாங்கு மையத்துடன் (fulcrum) அமைக்கப்பட்டிருக்கும் இது நெம்புகோல் மூலம் இயக்கப்படுகிறது. இதில் உள்ள உலோகத்தை முறைப்படிப் பயன்படுத்தி நீண்டகால உழைக்கும் திறன், மிகு உராய்வுக் குணகம், பராமரிப்புச் செலவு குறைவு ஆகிய நன்மைகளைப் பெறலாம்.



இரட்டைத் தடுப்பு நிறுத்தி



வெளிப்புறத் தடைக்கட்டை அமைப்பு

இரட்டைத்தடுப்பு நிறுத்தி. இரட்டைத் தடுப்பு என்பது தனித்தனியான இரு தடுப்பு அமைப்புகளாகும். ஆதார தாங்கு மையத்தில் அமைந்திருக்கும் நெம்புகோலின் விசையை ஒரு முனையில் செலுத்தினால் மற்றொரு முனைக்கு எதிராகச் செயல்படும்.

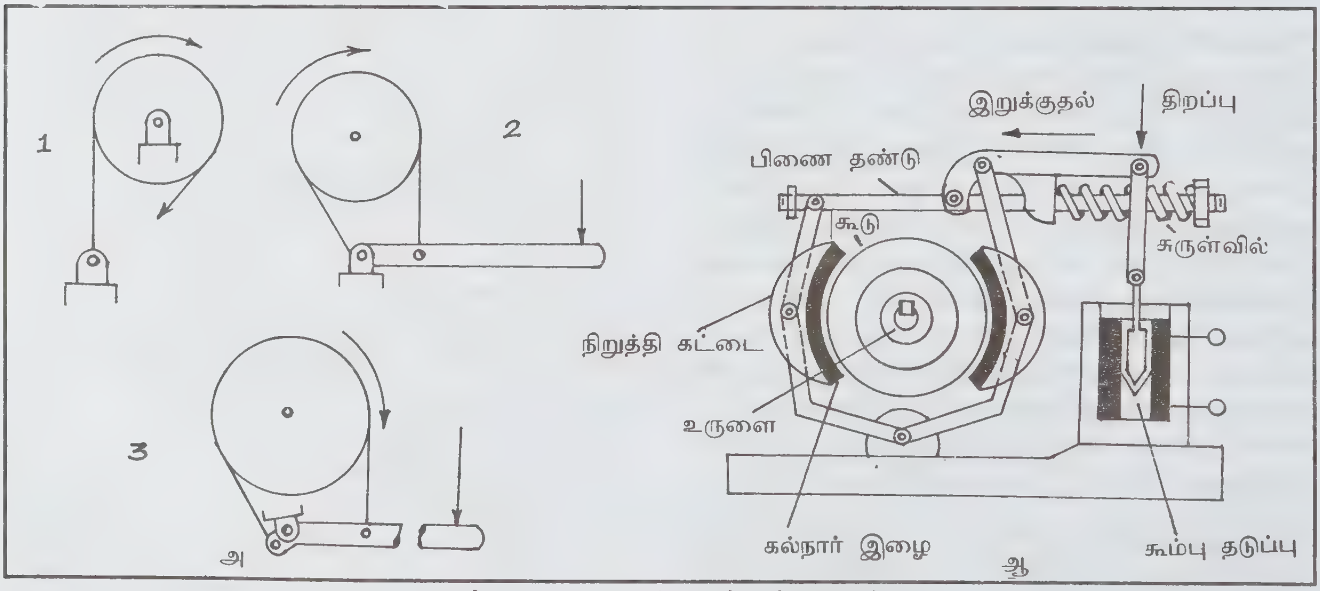
வெளித்தடுப்பு நிறுத்தி. இது தடுப்பு நிறுத்தியை போலவே இயங்குகிறது; உராயும் உறுப்பு வெளிப்பகுதியில் இயங்குவதால் இப்பெயர் பெற்றுள்ளது. இந்த நிறுத்தியில் சுழலியின் பகுதிகளில் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் வகையில் தடுப்புகள் மிக நீளமாக இருக்கும். குறிப்பாக, மின்சாரம் இராதபோதும் உயர்த்தி செயல்படாதபோதும் கனமான சுருள் கம்பிகளைக் கொண்டு உயர்த்தும் சிறகுகளைப் பூட்டுவதற்கு இவை உயர்த்தி அமைப்புகளில் பயன்படுகின்றன.

உள்தடுப்பு நிறுத்தி. வெளித்தடுப்பைவிட உள்தடுப்பு மிகுந்த நன்மைகளைக் கொண்டுள்ளது. ஏனெனில் இது சுழலியின் உட்பரப்பில் இயங்குவதால் நீர், தூசி ஆகியவற்றிலிருந்து பாதுகாக்கப்படுகிறது. இதை வடிவமைப்பது எளிது; எளிதில் இயக்கலாம்; இரு திசைகளிலும் சுழலும் ஓட்டிகளுக்கு ஏற்றது. உள் தடுப்பு, தானியங்கியின் தேவையை நிறைவு செய்கிறது. முன்னர் எந்திர நிறுத்திகள் நீள் வட்ட இயங்கு மாற்றியைக் கொண்டிருந்தன. தற்போது நீரியல் தண்டு இயக்கத் தடுப்புகளைக் கொண்டுள்ளன.

வளைபடை நிறுத்தி தூக்கிகள், உயர்த்தும் எந்திரங்கள், நீரியல் ஊடிணைப்பு, கட்டுப்பாட்டு மாற்றிகள் ஆகியவற்றால் வளைபடை நிறுத்தி (band brake) செயல்படுகிறது. இதன் இயங்கு முறை கப்பிகளின் தட்டையான பட்டைகளின் இயங்கு முறையை ஒத்தது. எளிமையான வளைபடை நிறுத்தியில் பட்டையின் (band) ஒரு முனை சுழலியின் மேற்பரப்பிற்கு அருகே கட்டப்பட்டிருக்கும். அதன் மறுமுனை ஆதாரத்தின் மேலுள்ள நெம்புகோல் பட்டையில் இழுவை ஏற்படுத்தும் வகையில் சுழலியின் மீது அது சுற்றும் திசையிலேயே இழுத்துக் கட்டப்பட்டிருக்கும்.

உராய்வு பட்டையில் உள்ள ஒரு மெல்லிய உலோகத் தகடாகப் பட்டை இருக்கும். ஆதாரத்தின் மேல் நெம்புகோலைச் செலுத்திப் பட்டையைச் சுற்றும் முறையைக் கொண்டு நிறுத்தியின் கட்டமைப்பு இயக்கத்தை வரையறுக்கலாம். இவ்வேறுபாடுகளால் நுண்ணிய வேறுபடுத்தி நிறுத்தியைத் தன் ஆற்றலூட்டும் நிறுத்தி, இரு திசைகளிலும் சம செயலாற்றலுடன் இயங்கும் நிறுத்தி என இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

நிறுத்தியின் ஆர அழுத்தம் வளைப்படையிலுள்ள இழுவையுடன் நேர்விகிதப் பொருத்தத்தில் இருக்கும். இவ்வழுத்தம் நிறுத்தியின் சுழலும் திசையில் குறைவாக அமையும். தானியங்கி ஊடிணைப்புகளிலுள்ள படை நிறுத்திகள் முழு வட்டமாக இருக்கின்றன. இவை பூட்டவும் திறக்கவும் ஏற்றவாறு அசைவு மாற்றிகளை இயக்கும் கம்பிச் சுருள்கள் மூலம் வலிவூட்டப்படுகின்றன.

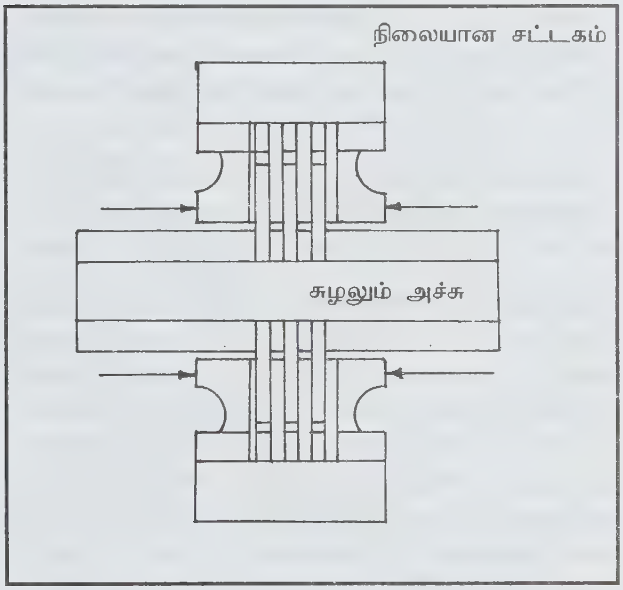


படம் 2. அ. 1. அடிப்படைக் கட்டுமானம்

2. நேரடி இயக்கத் தடி 3. வேறுபாடு தன்னகச் சரிசெய் அமைப்பு ஆ. மின்காந்த நிறுத்தி

வட்டு நிறுத்தி. வட்டு நிறுத்தி நீண்ட காலமாக உயர்த்திகளில் பயன்படுகிறது. ஏனெனில் பிடி தொடக்கியைவிடக் கால நீட்டிப்புறுதலினால் நிறுத்துவதில் அதிக திறன் தேவைப்படுகிறது. இத்துடன் இணையான வட்டு நிறுத்திகளின் வெப்ப இழப்பு முறையைக் கையாள வேண்டும்.

வட்டு நிறுத்தி விமானச் சக்கரங்களில் இடம்பெறல் குறிப்பிடத்தக்க புதுப் பயனீடாகும். துண்டாக்கப்பட்ட சுழற்சிப் பகுதிகள் நீரியல் தண்டால் நிலையான தகடுகளுக்கு எதிராக அழுத்துவதற்கும் பயன்படுகின்றன. மிதிவண்டிகளில் முன் சக்கர கால் மிதியிடத்தில் பயன்படுத்தப்படும் நிறுத்தி பொதுவான எடுத்துக்காட்டாகும். வட்டில் வேகமாகக் குளிர்வடைவதுடன் தன்னியக்கச் சீரமைப்பும் பெற்றுள்ளது.



படம் 3 தகடுகளை இறுக்கும் விசைகளும் அதன் திசையும்.

உந்துகள்

ஒரு நிறுத்தியைச் சாதாரணமாக விடுவிக்கவோ, பொருத்தவோ உந்துகளைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். இந்த விசை எந்திரவியல் விசை, காற்றியல் விசை, நீரியல் விசை, மின்னியல் விசை இவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றாக இருக்கும். எந்திரவியல் விசை-வடக்கயிறு (cable) அல்லது இணைப்பு (linkage) மூலம் நெம்புகோலுக்கு, காற்றியல் அல்லது நீரியல் விசை-உருளை மூலம் தண்டிற்கு, மின்னியல் விசை-மின் கம்பிச் சுருள் மூலம் மூழ்குதண்டுக்கு (plunger) இவற்றுள் ஏதேனும் ஒரு வடிவில் விசை இருக்கும்.

காற்று நிறுத்தி. இருப்புப் பாதை நிறுத்தி, காற்று நிறுத்தியாகும். உந்து வண்டியின் காற்று இணைப்பு நின்றுவிட்டால், தானாகவே தடை கொடுக்கப்படுகிறது. நிறுத்தத்தைக் கொடுக்க ஊர்தி ஓட்டுநர் அழுத்தி வைக்கப்பட்ட காற்று நிறுத்தியை, உலோகத் தகடு மற்றும் அதன் இணைப்பு ஆகியவை மூலம் விடுவிப்பார். சாலையில் செல்லும் பாரவண்டி மற்றும் பேருந்துகளில் காற்று நிறுத்தி பயன்படுகிறது. காற்று நிறுத்தியின் பிறிதோர் அமைப்பு வளைந்த காற்றுக் குழாயைக் (annular air tube) கொண்டிருக்கும். இது நிறுத்திச் சுழல் வட்டுருளையின் (brake drum) வெளிப்பகுதியில் முழுமையாக நிறுத்திப் படையைச் (brake lining) சுற்றி நீண்டிருக்கும். **காண்க. தானியங்கு தடை நிறுத்தி.**

மின் காந்த நிறுத்தி. பொதுவாகக் காணப்படும் மின் காந்த நிறுத்தியில் மின் கம்பிச் சுருள் மூலம் மின்சாரம் செலுத்தப்படுகிறது. நேர் மின்னோட்டம் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தைவிட அதிக அளவில் நிறுத்தி விசையைக் கொடுக்கிறது. ஆகவே நேர் மின்னோட்டம் மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை நேர்திசையாக்க நிறுத்தி பயன்படுகிறது. வழக்கமாக மின்காந்த விசை அமுக்கு சுருள்வில்லுக்கு (spring) எதிராகத் தடையை விடுவிக்கிறது. இத்தகைய திறன் இராதபோது நிறுத்திச் செய்கையையும், நேர்திசை மின்னோட்டத் தொடர் மின்னோடியுடன் பயன்படுத்துகையில் மிகு வேகத் தடுப்பையும் கொடுக்கிறது.

மூழ்குதண்டும், அதன் நிறுத்தியும் கூம்பு வடிவில் செய்யப்பட்டிருக்கும். இடைவெளி மூடும்போது விசையில் திடீரென அதிகமாகாமல் இருக்கவும் நிறுத்தி இல்லாதபோது அதிக விசையைக் கொடுக்கவும் வேண்டியிருப்பதாலேயே அவை கூம்பு வடிவில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். ஏனெனில், நிறுத்தத்தைக் கொடுக்கும்போது மின் கம்பிச்சுருளின் விசை சற்றே குறைந்து, இடைவெளி மிகுதியாகிறது. இத்துடன் நிறுத்தியை விடுவிக்கும்போது தேவைப்படும் மின்னோட்டம், கம்பிச் சுருள் மின் சுருளையை விஞ்சி நிறுத்தும்போது ஈர்க்கத் தேவைப்படும் மின்னோட்டத்தைவிடச் சற்று மிகுதி. இது நிலையான இயக்கமாகும்.

மின் கப்பிச் சுருள் அதிக மின் தடையுடன் மின் பாதையின் குறுக்கே இணை இயக்கத்திற்காகச் சுற்றப்பட்டிருக்கும். அல்லது மின்னோடியின் வேகம் மிகுதியும் மாறுபட்டாலோ கூட்டு மின்னோடி பயன்படுத்தப்பட்டாலோ இணை இயக்கம் பொதுவாக இயங்கும். மிகு திருப்பு விசைத் தேவைக்காகத் தொடர் மின்னோடியைப் பயன்படுத்தினால், மின் இணைப்பிலுள்ள

மின்னோடியைப் பாதுகாக்கும் பொருட்டுத் தொடர் இயக்கத்திற்காகக் குறைந்த மின்தடையுள்ள மின்கம்பிச்சுருள் செயலாற்றும். இவ்வாறு குறைந்த பளுவின்போது மின்னோடியின் இயக்கத்தைத் தொடங்கினால் நிறுத்தியைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

- கே.ஆர். கோவிந்தன்

- ஏ.ஆர். சனார்த்தனம்

நிறுவன வசதிகள்

நிறுவனங்களில் பல்வேறு அசையாச் சொத்துக்களும், அசையும் சொத்துக்களும் அடங்கியுள்ளன. நிறுவனத்திற்கான நிலம் அமைந்துள்ள இடம், போக்குவரத்துக்கான சாலைகள், ரயில் வசதிகள், வாகனங்கள் நிறுத்தும் இடங்கள், நிறுவனத்தைச் சுற்றிலும் பாதுகாப்பு வேலிகளைப் போடுதல் தொழிற்கூடம் (factory), பண்டசாலை (warehouse), அலுவலக கட்டடங்கள், செயற்கைத் துறைமுகங்கள் (docks), நீர்மங்கள் தேக்கி வைக்கும் தொட்டிகள், தேவையற்ற கழிவுப் பொருள்களை எரித்துச் சாம்பலாக்கக் கூடிய எரி தொட்டிகள் (incinevators) வளிம உற்பத்திக் கருவிகள், எந்திரங்கள் மற்றும் நிறுவனத்திற்குத் தேவையான கருவிகள் இவையனைத்தும் நிறுவனங்களின் சொத்து ஆகும். அவற்றை முறையாகப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும்.

நிறுவனத்தின் அமைவிடம். பொதுவாக ஒரு நிறுவனத்தை இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட உரிமையாளர்கள் சேர்ந்து தொடங்குவர். ஒருவரால் நிறுவனத்திற்குத் தேவையான முதலீடு முழுவதையும் செய்யமுடியாத நிலையில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்டவர்கள் கூடி முதலீடு செய்கின்றனர். தொடங்கப்படும் நிறுவனம் அளவில் மிகப் பெரியதாக இருப்பின் அமைவிடத்திற்கான முடிவுகளைச் சரியாக செய்தல் வேண்டும். இவற்றில் தொழில் தொடங்குவதற்கான பொருளாதார வசதி, போக்குவரத்துச் செலவு, தொழிற்சாலைகளுக்கு உள்ளே கொண்டு வரப்படும் பொருள், நிறுவனத்திலிருந்து உற்பத்தி செய்து வெளியே செல்லும் பொருள், பணியின் தன்மை, வரி போன்றவற்றின் விளக்கங்களை அறிந்து கொள்ள வேண்டும்.

தொழிற்சாலை, பொருள்கள் விற்பதற்குத் தகுந்த சந்தை வசதியைப் பொறுத்தே அமையும். சில தொழிற்சாலைகளுக்கு வளி மண்டலத்தின் கூறுகளைக் கருத்திற் கொள்ள வேண்டும். அதாவது தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளியேறும் புகை, தூசி போன்றவற்றால், வளி மண்டலம் மாசுபடாமல் இருக்கும் வகையில் அமைத்தல் வேண்டும். தொழிற்சாலைகளுக்குப் பயிற்சி பெற்ற பணியாளர்கள் தேவைப்படுவர். தொழிற்சாலை ஏற்படுத்துவதற்கு ஆலோசனைகளையும் பெற வேண்டும். நிறுவனத்துக்குத் தேவையான பொருள், மூலப்பொருள், ஆற்றல் எரிபொருள், நீர், பயன், பொதுமக்களின் தொடர்பு, தொழிற்சாலை நிறுவுவதற்கான சட்ட விதிமுறை போன்றவற்றையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

நிறுவன அமைப்புத் திட்டம். நிறுவனத்தின் அமைப்பு திசைத் தொடர்புகள் (orientation) பொருள்களைத் தேக்கி வைப்பதற்கான வசதிகள் போன்றவற்றைப் பொறுத்ததாகும். பொதுவாக நிறுவன அமைப்பின் திட்ட வரையறை பின்வரும் நிலைகளைக் கொண்டுள்ளது.

நிறுவனத்தின் அமைவிடத்தைத் தேர்ந்தெடுப்பதில் பெரும் சிக்கல்கள் ஏற்பட வாய்ப்பில்லை. நிறுவனத்தைக் கட்டி முடித்த பிறகு, விரிவுபடுத்துதல் போன்றவற்றிற்கான வசதிகளைக் கொண்டிருக்குமாறு நிறுவனத்தை அமைத்தல் வேண்டும். மேலும் இது தொடக்கத்திலேயே கண்டறியப்பட வேண்டும். எந்தத் தளத்தில் அமைக்க வேண்டும் அல்லது தனியான கட்டடத்தை மட்டுமே ஏற்படுத்த வேண்டும் என்பனவற்றை முதலிலே திட்டமிடுதல் வேண்டும்.

மேற்கூறிய நிலைகள் ஒன்றையொன்று குறுக்கிட்டுக் கொள்ளாதவையாகவும் அதே சமயம் முறையான தொடர்புகளைக் கொண்டவையாகவும் இருத்தல் வேண்டும்.

முறையாக உருவாக்கப்பட்ட அமைப்புத் திட்டத்தில் உற்பத்திக்கான பொருள்களின் நகர்வு வரிசையாக இருத்தல் வேண்டும். சில சமயம் உற்பத்திப் பொருள்களின் அளவு அதிகரிக்கும்போது, புதிய சிக்கல்கள் ஏற்படக்கூடும். இவற்றைப் போக்க அமைப்புத் திட்டத்தில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்த வேண்டும். அவற்றை வரைபடங்களாகத் தயாரித்துக் கொள்ள வேண்டும். இவ்வரைபடங்களில் இட அளவு, உற்பத்திச் செயல்முறைகள், உற்பத்திப் படிகள் போன்றவை முக்கிய அடையாளமிடப்பட்டு இருக்க வேண்டும். இந்த வரைபடங்கள் நிறுவன அமைப்புகளை ஏற்படுத்த உதவியாக இருக்கும். இவற்றைத் தவிர நிறுவனத்தின் எதிர்கால விரிவாக்கத்திற்கான வசதி, வாய்ப்பு, பணிகளின் தேவை போன்றவையும் முறையான அமைப்புத் திட்டத்தில் அடங்கும். இவற்றிற்கு ஏற்படும் சிக்கல்களை நீக்க மாற்றுத் திட்டங்களையும் வகுத்துக் கொள்ள வேண்டும். இவ்வாறு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட திட்டங்களை ஒப்பிட்டுப் பார்ப்பதன் மூலம் சிறந்த திட்டங்களைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ளலாம்.

பிறகு, திட்டங்களை முப்பரிமாண மாதிரிகளாக உருவாக்கி, நிறுவனத்தின் அமைப்பைத் தெளிவாகக் காண வேண்டும். இருப்பினும் இவ்வாறு மாதிரிகளை உருவாக்குவதை அரிதாகவே மேற்கொள்ளலாம். இதற்குப் பதிலாக

அளவிடப்பட்ட தகடுகளைப் பயன்படுத்தி எந்திரங்கள் மற்றும் அதன் மாதிரிகளை இரு பரிமாண அமைப்புகளில் அமைத்துக் கொள்ளலாம். பெரும்பாலும் தற்காலத்தில் பல்வேறு வகைப் பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. இதனால் திட்டத்தின் நேரம் குறையும்.

நிறுவன அமைப்புத் திட்டங்களில் இரு வகைகள் உள்ளன. அவை நடைமுறைப் பாய்வு (flow) திட்டம், உற்பத்திச் செயல்பாடுகளுக்கான திட்டம் என்பன. இத்திட்டங்கள், ஒருங்கிணைக்கும் விதத்தில் இருக்க வேண்டும். மேலும் ஒத்த செயல்முறைகளைக் கொண்ட எந்திரங்களையும் ஒருமுகப்படுத்த வேண்டும்.

கடைசியாக, தயாரிக்கப்பட்ட பகுதிகளை ஒருங்கிணைத்தல் (assembly) பிரிவுக்கு அனுப்ப வேண்டும். அப்போது இன்றியமையாத பெரிய அளவு கொண்ட உறுப்புகளை ஓர் இடத்தில் நிலைப்படுத்திக்கொண்டு துணை உறுப்புகளை ஒருங்கிணைப்புச் செய்ய வேண்டும். இப்போதும் பொருள்கள் நிறைந்த பருமன் கொண்டவையா, பல வகையைக் கொண்டவையா என்பதைப் பொறுத்து ஒருங்கிணைத்தலைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

உள் நிறுவன போக்குவரத்து. உற்பத்திப் பொருள்களைக் கையாளும் முறையையும், இதற்கான அமைப்புத் திட்டங்களையும் வகுக்க வேண்டும். இவை ஒன்றுக்கொன்று குறுக்கிட்டுக் கொள்ளாமல் அமைத்தல் வேண்டும் என்பது மிகவும் அரிதாகும். பொருள்களைக் கையாளுதல் என்பது பொருள்களை உற்பத்திச் செயல்பாடுகள் நடக்கும் இடங்களுக்கோ, அவ்விடத்திலிருந்து ஒருங்கிணைத்தல் பிரிவுக்கோ எடுத்துச் செல்லும் அனைத்து நகர்வின் ஒட்டு மொத்தச் செயல்பாடுகளைக் குறிப்பதாகும். கையாளும் கருவிகளும் சிறிய பளு வண்டி (truck), மேல் தூக்கிகள் (crane), கடத்தும் பட்டை (conveyor) போன்றவற்றை முதன்மையானவையாகக் குறிப்பிடலாம். ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட கருவிகளாகச் சேமக்கலங்கள் மற்றும் கருவிகளின் பல இணைப்பு உறுப்புகளைக் கூறலாம். இத்தகைய இணைப்பு உறுப்புகள் மாற்றத்தக்க வசதிகளைக் கொண்டவையாகவும் இருத்தல் வேண்டும். மேலும் கையாளும் கருவிகளை மேம்படுத்துவதற்கான வழிமுறைகளையும் செய்து வரவேண்டும். இதனால் கருவிகள் நிலைத் தன்மை கொண்டவையாக இருக்கும்.

மிகு முதலீடுகளைக் கொண்ட தொழிற்கூடங்களிலும் ஒரே வகையான உற்பத்திப் பொருள்கள் தயாரிக்கும் நிறுவனங்கள் இத்தகைய வசதிகளைக் கொண்டிருக்கும். சில தொழிற்சாலைகள் அடிக்கடி வேறுபட்ட தயாரிப்புகளைத் தருவனவாயின் இத்தகைய நிறுவனங்களில் அமைப்பு, வசதிகேற்ப மாற்றியமைத்துக் கொள்ளும் வகையிலிருக்கும்.

ஒற்றை வழி உற்பத்தி முறை. செயல்பாடுகளின் அடிப்படையில் பணி நடைபெறும் இடங்களை வரிசைப்படுத்துவது ஒற்றை வழி உற்பத்தியாகும். மூலப் பொருள்களை முதலிலுள்ள ஓர் எந்திரத்திற்குச் செலுத்திவிட்டால் அப்பொருள் முழு உற்பத்தியாகி முடியும்வரை தடையின்றித் தொடர்ச்சியாக எந்திரத்தை செயல்படச் செய்வதே உற்பத்தி வழியின் அடிப்படையாகும். இவ்வாறு செயல்படச் செய்வதால் பொருள்களைக் கையாளும் சுமை குறைக்கப்படுகிறது.

மேலும் எளிதான உறபத்தி, கட்டுப்பாடு, மேற்பார்வை, பணியாளர்களுக்கு எளிய பயிற்சி, செயல்பாடுகளில் தேக்கமின்மை, குறைவான உற்பத்தி நேரம் போன்ற நன்மைகள் ஏற்படுகின்றன. அதே சமயம் இம்முறையில் ஒரேவகை உற்பத்திப் பொருள்களையோ ஒத்த செயல்பாடுகளைக் கொண்ட உறுப்புகளையோ மட்டுமே தயாரிக்க முடியும். இதனால் அக்குறிப்பிட்ட எந்திரம் செயல் இழந்துவிட்டால் அனைத்து எந்திரங்களும் செயலிழந்துவிடும். இதனால் உற்பத்தித் தாமதம், பணியாளர்களுக்குப் பணியிழப்பு, கால விரயம், எந்திரங்களின் மீது அதிக முதலீடுகளைச் செய்தல் போன்றவையும் ஏற்படுகின்றன. மேலும் உற்பத்திப் பகுதிகள் ஒருங்கிணைப்பிற்கு இதுவே சிறந்த முறையாகும்.

பராமரிப்பு. நிறுவனங்களில் பராமரிப்பு என்பது மிகவும் அடிப்படையானது. குறைவான செலவுகளைக் கொண்ட தொழிற்கூடங்களில் எளிதாகப் பராமரிப்பை மேற்கொள்ள முடியும். கையால் செய்யப்படும் பணிகளை எந்திரங்களைக் கொண்டு செய்யுமாறு மாற்றியமைக்க வேண்டும். அப்போது ஒரு குறிப்பிட்ட எந்திரத்தின் செயல்பாடு, பிறிதோர் எந்திரத்தின் செயல்பாட்டினைப் பாதிக்கா வண்ணம் அமைதல் வேண்டும். எந்திரங்களைத் தூய்மையாக்குதல், சீராக்குதல், உயவிடுதல் (lubrication) போன்ற முன்னெச்சரிக்கை முறைகளால் திடீர்ச்செயல் இழப்புகளை தடுக்கலாம். கண்காணித்தல், பழுதுநீக்கல், செப்பனிடுதலுக்கான ஆய்வு, மறு கட்டுமானம், அழிவு, மீட்புக் கழிவு வெளியேற்றம், நிறுவனப் பாதுகாப்பு, பண்டசாலை அமைத்தல் போன்றவை முக்கிய பராமரிப்புப் பணிகளில் அடங்கும்.

மேலும் பராமரிப்புப் பணிகளுக்கு, பொறுப்பானவர்களை அமர்த்துவது இன்றியமையாதது. பராமரிப்பு முறைகளைத் திட்டமிடுதல், வரிசைப்படுத்துதல் போன்றவற்றை முறையாகச் செய்வதோடு சிறப்பாகச் செயல்படுத்தவும் வேண்டும். பராமரிப்புச் செலவு அதற்கென்று ஒதுக்கப்பட்ட அளவைத் தாண்டிவிடாமல் கட்டுப்படுத்த வேண்டும்.

பாதுகாப்பு மற்றும் தீ முன் நடிவடிக்கை. நிறுவனங்களில் விபத்துகள், தீப்பிடித்தல் போன்றவை ஏற்பட நிறைய

வாய்ப்புகள் உள்ளன. இதனால் நிறுவனத்தின் மொத்த பொருளாதாரம் மிகவும் பாதிக்கப்படும். இவற்றை ஈடு செய்ய இரண்டு முறைகள் உள்ளன. விபத்துகள் ஏற்படாமல் இருப்பதற்கான பாதுகாப்புக் கருவிகளை அமைத்தல் குறிப்பிடத்தக்கது. எ-டு: தீ அணைக்கும் கருவிகள், முதல் உதவி நிலையங்கள் அமைத்தல். இவற்றையும் மீறி விபத்துகள் ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டு. எனவே, இத்தகைய இழப்புகளைத் தவிர்ப்பதற்காக, நிறுவன ஆயுள் காப்பீடுகளை ஏற்படுத்திக் கொள்ள வேண்டும். மேற்கொண்டு நிறுவனப் பாதுகாப்பு விதிகளை முறையாகவும் கட்டாயமாகவும், பின்பற்றி வரவேண்டும். இதே போன்று நிறுவனக் கருவிகளைக் கையாளுவதற்கான வழிமுறைகளையும் ஒழுங்காகப் பின்பற்ற வேண்டும்.

- கே. ஆர். கோவிந்தன்

நிறை அழியா விதி

தனிமங்களும் சேர்மங்களும் ஒன்றுடன் ஒன்று கூடியும், பிரிந்தும், சிதைந்தும் வேதி வினைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. வரையறைக்குட்பட்டு நிகழும் இவ்வேதி மாற்றங்களின் விதிமுறைகளில் ஒன்று நிறை அழியா விதி (law of conservation of mass) ஆகும்.

பொருள்களிடையே வேதி வினை நிகழும்போது ஏற்படும் விளைவுகளைக் குறித்து லவாய்சியர் முதன் முதலாகக் கருத்துரைத்தார். அக்கருத்தின்படி, பொருள் புதிதாக உருவாக்கப்படுவதோ அழிக்கப்படுவதோ இல்லை. வேதி மாற்றம் நிகழ்வதால் உருவாகும் விளைபொருள்களில் கூட்டு மொத்த நிறை, வினைப்படு பொருள்களின் கூட்டு மொத்த நிறைக்குச் சமமாக இருக்கும் என்னும் கருத்து நிறை அழியா விதி எனப்படுகிறது.

இவ்விதியை லாண்டால்ட் என்பார் தாம் கண்ட ஆய்வுகளின் முடிவால் உறுதிப்படுத்தினார். தனித்தனியே நிறையிடப்பட்ட பொட்டாசியம் அயோடைடு கரைசலையும் காரீய நைட்ரேட் கரைசலையும் ஒன்றுடன் ஒன்று கலக்கச் செய்தால் வேதி வினை நிகழ்கிறது. வினைப்படுபொருள்களின் கரைசல்கள் இரண்டும் நிறமற்றிருக்கும். இரண்டு கரைசல்களும் கலந்ததும் மஞ்சள் நிற வீழ்படிவு உருவாகிறது. புதிய பொருள் விளைவதிலிருந்து கரைசல்களின் கலப்பினால் வேதி மாற்றம் நிகழ்ந்துள்ளமை புலனாகிறது.

இத்தகைய வேதி மாற்றங்கள் நிகழும்போது உருவாகும் துணை விளை பொருளாக வெப்பத்தைக் கூறலாம். வெப்பமும் ஓர் ஆற்றல் என்பதால் பொருளின் நிறையின் ஒரு பகுதியே வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது எனக் கருத இடமிருக்கிறது. ஆனால் அத்தகைய வெப்ப ஆற்றலுக்கு இணையான நிறை மிக மிகக் குறைவே என்பதால் அதைப் பொருட்படுத்தத் தேவையில்லை.

அணுப்பிளவு, அணுச் சேர்க்கை முதலிய இயற்பியல் தொடர்பான அணுவின் உட்கரு மாற்றங்கள் ஏற்படும்போது அளவிறந்த வெப்ப ஆற்றல் வெளியிடப் படுகிறது. இந்த ஆற்றல் அணுவின் உட்கருத் துணுக்குகளின் நிறைகளைச் சார்ந்து அமையும் என்பதால் வினைப்படும் துணுக்குகளின் நிறைக்கும் விளைபொருளாகக் கிடைக்கப்பெறும் துணுக்குகளின் நிறைக்கும் வேறுபாடு இருக்கும். எனவே நிறை அழியா விதி என்பது குறிப்பாக வேதி மாற்றங்களை முற்றாகக் கட்டுப்படுத்தும் எனக் கூறலாம்.

- ருத்ர. துளசிதாஸ்

நிறை அழிவின்மை

பருப்பொருளை ஆக்கவோ அழிக்கவோ முடியாது என்பதே நிறை அழிவின்மை (conservation of mass)விதியாகும். இவ்விதி ஓர் தனி அமைப்பில் நிகழும் சில நிகழ்ச்சிகளின்போதோ செயலெதிர்ச் செயல்களின் போதோ சில இயற்பியல் பண்புகளின் அளவு மாறாமலிருப்பது பற்றிய அழிவின்மை விதியின் ஒரு பகுதியேயாகும்.

நிறை அழிவின்மை விதியைப் பல்வேறு பொருள்களைக் கொண்ட அமைப்பு ஒன்றின் நிறை அதனுள் நிகழும் நிகழ்ச்சிகளின் காரணமாக மாறுவதில்லை என வரையறை செய்யலாம். ஒரு பொருளின் நிறை என்பது அதன் நிலைமை, ஈர்ப்பியல் பண்புகளைப் பொறுத்த ஓர் அளவாகும். நியூட்டன் விசையியலில் ஒரு பொருளின் நிறை, அதன் வேகத்தைப் பொறுத்து மாறுவதில்லை. ஆயினும், ஐன்ஸ்டீன் விசையியலில் நிறை, பொருளின் திசைவேகத்தைப் பொறுத்து மிகுதியாகிறது. மேலும் $E=mc^2$ என்னும் தொடர்புக்கிணங்க ஒரு பொருளின் நிறையும் (m), ஆற்றலும் (E) (c என்பது ஒளியின் திசைவேகம்) ஒன்றுக்கொன்று பரிமாற்றம் பெறக் கூடியவையாதலால் நிறை அழிவின்மை விதி என்பது நிறை-ஆற்றல் அழிவின்மை விதியின் ஒரு பகுதியாகவே கருதப்படுகிறது. மேலும், ஒளியின் திசைவேகத்திற்கு அண்மையில் அமைந்த திசைவேகங்களுடன் இயங்கி, ஒன்றுக்கொன்று செயலெதிர்ச் செயல்படும் எலெக்ட்ரான்களைப் போன்ற அணுத்துகள்களைக் கொண்ட ஓர் அமைப்பில் நிறைக்கும் ஆற்றலுக்கும்

இடையே மாற்றம் நிகழாத நிலையிலும் அமைப்பில் அடங்கிய நிறைகளுடன், ஐன்ஸ்டீன் தொடர்பின்படி நிறையாக மாற்றப்பட்ட அதன் ஆற்றலையும் கருதும்போது மட்டுமே நிறை அழிவின்மை விதி பொருந்துகிறது.

வரம்புடை அல்லது மூடப்பெற்ற அமைப்புகளில் நிறை அழிவின்மை. வேதி வினை புரியும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சேர்மங்களைக் கொண்ட ஒருபடித்தான அமைப்பு வரம்புடை அமைப்பாகக் (closed system) கருதப்படுகிறது. அத்தகைய அமைப்பில் ஒரேயொரு வேதி வினை மட்டும் நிகழ்வதாகக் கொண்டால் அதில் அமைந்த பல்வேறு சேர்மங்களின் நிறைகளில் விளையக் கூடிய எந்தவொரு மாறுதலும் அந்த வேதி வினையால் மட்டுமே நிகழக்கூடும். ஆயினும் வினைக்கு முன்னும் பின்னும் அமைப்பில் அடங்கிய தனிமங்களின் மொத்த நிறை, மாறாமல் அமையும்.

வரம்பிலா அல்லது திறந்த அமைப்புகளில் நிறை அழிவின்மை. திறந்த அமைப்புகளில் (open systems) ஏற்படக்கூடிய நிறை மாறுபாடுகளை, புறத்தேயிருந்து அமைப்பை அடையும் நிறையினால் ஏற்படும் மாறுபாடு, அமைப்பினுள் நிகழும் நிகழ்ச்சிகளால் ஏற்படும் மாறுபாடு என இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். ஆயினும் அமைப்பின் நிகர நிறை வேறுபாட்டைக் கணக்கிடும்போது அது புறத்தேயிருந்து அமைப்பை அடையும் நிறைக்குச் சமமாக உள்ளது. அதாவது, அமைப்பினுள் நிறை வேறுபாடு சுழியாகிறது. எனவே, அமைப்பினுள் நிறை, மாறிலியாக அமைகிறது.

- ரா. நாகராஜன்

நிறை எண்

அணுக்கருவில் காணப்படும் நியூட்ரானும் புரோட்டானும் அணுக்கருத்துகள்கள் (nucleons) எனப்படுகின்றன. ஒரு தனிமத்தின் அணுக்கருவிலுள்ள அணுக்கருத்துகள்களின் மொத்த எண்ணிக்கை நிறை எண் (mass number) எனப்படும்.

A என்பது அணுநிறையைக் குறிப்பதில்லை. அணு நிறைக்கு நெருங்கிய முழு எண்ணைக் குறிக்கிறது. நியூட்ரான், புரோட்டான் ஆகியவற்றின் மொத்த எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும் இந்த எண்ணே, நிறை எனப்படுகிறது.

அணுக்கருவின் ஒரு பகுதி நிறைக்குப் புரோட்டான்கள் காரணமாகின்றன. அணுவின் மீத நிறைக்குக் காரணமாக இருப்பவை நியூட்ரான்களே ஆகும். புரோட்டானின் நிறை 1.673×10^{-27} கி.கி. ஆகும். இதுபோல் நியூட்ரானின் நிறை 1.675×10^{-27} கி.கி. ஆகும். நடைமுறையில் இதை எளிதாகக் குறிக்க அணு நிறை அலகு பயன்படுகிறது. $1 amu = 1.6606 \times 10^{-27}$ கி.கி. எனவே புரோட்டானின் நிறை 1.007 amu என்றும், நியூட்ரானின் நிறை 1.009 amu என்றும், எலெக்ட்ரானின் நிறை 0.00055 amu என்றும் குறிக்கப்படும். புரோட்டான், நியூட்ரானின் நிறை 1க்கு மிக நெருக்கமான மதிப்பைக் கொண்டுள்ளது. எனவே A இன் மதிப்பு அணு நிறை அலகில் அளக்கப்படும் அணுக்கருவின் நிறைக்கு ஏறக்குறையச் சமமாக இருக்கிறது.

நிறை ஒரு தனிமத்தின் குறியீட்டை அடுத்து மேற்புறமாகவோ தனிமக் குறியீட்டிற்கு முன் மேற்புறமாகவோ குறிக்கப்படுகிறது. காட்டாக, யுரேனியத்தின் நிறை எண் 238; இது 238U என்றும் U238 என்றும் குறிக்கப்படலாம்.

- ஜா. சுதாகர்

நிறை குறைபாடு

ஓர் அணுவின் நிறைக்கும் அதன் கட்டற்ற நிலையிலுள்ள தனித்தனியான பகுதிகளின் நிறைக்கும் உள்ள வேறுபாடு நிறை குறைபாடு (mass defect) எனப்படும். அணுவின் நிறை, அதன் தனித்தனித் துகள்களின் மொத்த நிறையைவிடக் குறைவாக உள்ளது. இது ஐன்ஸ்டீனின் நிறை ஆற்றல் சமன்பாடான $E=mc^2$ இன் மூலம் தெளிவாகிறது. துகள்கள் இணையும்போது ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. இங்கு m என்பது தனித்தனித் துகள்களின் மொத்த நிறைக்கும் அணுவின் நிறைக்கும் உள்ள வேறுபாடு ஆகும். C என்பது ஒளியின் திசைவேகம்; நிறை குறைபாட்டை ஆற்றலின் அலகில் குறிப்பிட்டால் அது பிணைப்பாற்றல் எனப்படுகிறது.

- பெ. துரைசாமி

நிறை தாக்க விதி

வேதி மாற்றங்கள் நிகழும்போது வினைப்படுபொருள்கள் கூடி விளைபொருள்களை உண்டாக்குகின்றன. விளைபொருள்கள் யாவும் வினை நிகழுமிடத்திலேயே இருப்பின் அவற்றின் செறிவு மிகுந்து கொண்டேயிருக்கும். இந்நிலையில் விளைபொருள்கள் கூடி வினைப்பொருள்களைக் கொடுக்கத் தொடங்கும். இவ்வாறாக முன்னோக்கி வினையும், பின்னோக்கி வினையும் ஒரே சமயத்தில் ஏற்பட்ட போதிலும் சூழ்நிலைக்கேற்ப ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்திற்குப் பிறகு எவ்வித மாற்றமும் இராமல் வேதிவினை சமநிலையை அடையும். இதற்கு இயங்கு

சமநிலை என்று பெயர். குல்டர்க், வாகே என்னும் அறிவியலார் 1867இல் வேதிவினை வேகங்களைப் பற்றிய உண்மையை ஆராய்ந்து ஒரு விதியை வெளியிட்டனர். அதுவே நிறைதாக்க விதியாகும். இவ்விதிப்படி, வினைப்படுபொருள்களின் வினைப்படு பொருண்மைகளின் (active masses) பெருக்கு தொகைக்கு ஏற்றவாறு வினையின் வேகம் அமைகிறது. வினைப்பொருளின் பொருண்மை என்பது பொருளின் மூலக்கூறு செறிவைப் பொதுவாக மோலார் அலகில் குறிப்பர். எனவே, ஒரு பொருளின் மூலக்கூற்றுச் செறிவு மிகுந்திருக்குமாயின் வினையின் வேகமும் மிகும்.

$$A+B \rightleftharpoons C+D$$

என்னும் சமன்பாட்டில் Aயும் Bயும் வினைப்படுபொருள்கள், C,D ஆகியன விளைபொருள்கள். A,B,C,D ஆகியவற்றின் செறிவை (A), (B), (C), (D) எனக் குறிக்கலாம். நிறைதாக்க விதியின்படி, முன்னோக்கி வினையின் நேர்வேகத்தை V_1 எனக் கொண்டால்,

$$V_1 \propto [A] \times [B]$$

$$V_1 = k_1 [A] [B]$$

k_1 என்பது முன்னோக்கி வினையின் நேர்வேக மாறிலி. இதேபோல் பின்னோக்கி வினையின் v_2 என்பது

$$V_2 = k_2 [C] [D]$$

வேதி இயங்கு சமநிலையில்,

$V_1 = V_2$

$$V_1 = V_2$$

$$k_1 [A] [B] = k_2 [C] [D]$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[C] [D]}{[A] [B]} = K$$

k என்பது சமநிலை மாறிலி (equilibrium constant) ஆகும். ஒரு மூலக்கூறுக்கு மேல் ஒரு பொருள் வேதி வினையில் பங்கு பெறுமானால் பொருள்களின் செறிவைக் கீழ்க்காணுமாறு கணக்கிடலாம்.

$$mA + nB \rightleftharpoons pC + qD$$

$$K = \frac{[C]^p \ [D]^q}{[A]^m \ [B]^n}$$

பயன்கள். வேதி வினையில் பங்குபெறும் வினைப் படுபொருள்களின் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையும் விளைபொருள்களின் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையும் சமமாக இருந்தால் அவற்றை முதல்வகை வினையென்றும் அவை சமமாக இராவிடில் இரண்டாம் வகை வினையென்றும் வேதி வினைகளை இரண்டு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். முதல் வகைக்கு ஹைட்ரஜன், அயோடின் ஆகியன வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜன் அயோடைடு உண்டாவதைக் குறிப்பிடலாம்.

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$$

இவ்வினையில் a மோல் ஹைட்ரஜனும், b மோல் அயோடினும் வினையின் தொடக்கத்தில் உள்ளன எனக் கொண்டால் வினை சமநிலை அடைந்த பின்னர் x மோல் ஹைட்ரஜனும் x மோல் அயோடினும் வினைபுரிந்து 2x மோல் ஹைட்ரஜன் அயோடைடைத் தருவதாகக் கொள்ளலாம். 'V' ஐ வளிமங்களின் பருமனளவாகக் கொள்ளலாம்.

சமநிலையில்,

ஹைட்ரஜன் செறிவு = a - x/v

அயோடின் செறிவு = b - x/v

ஹைட்ரஜன் அயோடைடின் செறிவு

நிறைதாக்க விதிப்படி,

$$K = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\left(\frac{a-x}{V}\right)\left(\frac{b-x}{V}\right)}$$

$$K = \frac{4x^2}{V} \times \frac{V}{(a-x)} \times \frac{V}{(b-x)}$$

$$K = \frac{4x^2}{(a-x) \quad (b-x)}$$

இறுதியாகக் கிடைக்கும் சமன்பாட்டில் பருமனளவைக் குறிக்கும் V இராமையால் பருமனளவு மாறுதலால் சமநிலை மாறிலியில் மாறுதல் இராது. வளிமங்களின் பருமனளவிற்கும் அழுத்தத்திற்கும் தொடர்புள்ளமையால் வளிமங்களின் பகுதி அழுத்தங்களை மாற்றுவதாலும் சமநிலை மாறிலியின் மதிப்பில் மாற்றம் இராது. ஆகவே, இவ்வகை வினைகளில் பருமனளவு அல்லது அழுத்தத்தை மாற்றுவதன் மூலம் மிகுதியான விளைபொருள்களை வினைப்படு பொருள்களிலிருந்து பெற முடியாது என்பது தெளிவாகிறது.

- ருத்ர. துளசிதாஸ்

நிறை நிறமாலையியல்

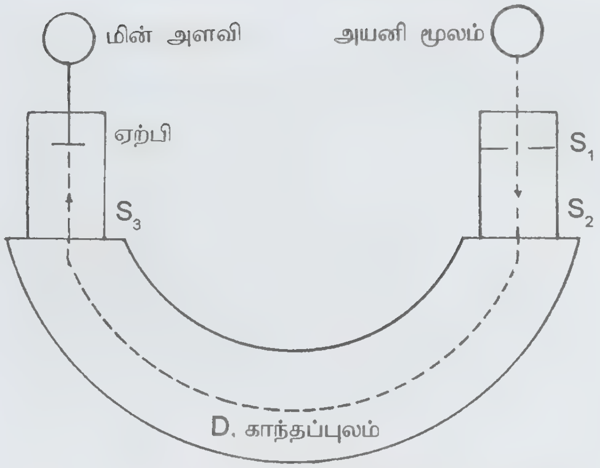
பொருளின் மாதிரி (sample) விரைந்து நகரக்கூடிய நேர் அயனிகளாக மாற்றப்பட்டு, பின் அவை தனித்தனியாகப் பிரிக்கப்பட்டு அதன் தன்மையை ஆராயும் பிரிவுக்கு நிறை நிறமாலையியல் (mass spectrography) என்று பெயர். காந்தப்புலத்திலோ, மின்புலத்திலோ இரண்டிலுமோ அயனிப் பாதைகளின் வேறுபாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டு பிரிதிறன் (resolution) காணப்படுகிறது. முதலில் நிறை நிறமாலை அளவியல் (mass spectrometry) என்பது காந்த மற்றும் மின் புலத்தில் நேர் அயனிகளின் நடத்தையைக் குறிப்பதாக அமைந்தது. பின்னர் நிறை நிறமாலை அளவியியல் மேம்படுத்தப்பட்டுத் திருத்தி அமைக்கப்பட்டது. தற்போது நிறை நிறைமாலையியலைப் பயன்படுத்தித் தனிமங்களின் பல இன்றியமையா ஐசோடோப் பண்புகளை அறிய முடிகிறது. மேலும் நிறை நிறமாலை அளவியியல் சிக்கலான சேர்மங்களை அறியவும், அதன் அமைப்பை அறியவும் பயன்படுகிறது.

நிறை நிறமாலை அளவி (mass spectrometer). இக்கருவி அயனிப்பகுதிகளை (fragments) உடைய மூலக்கூறுகளையும், தாய் அயனிகளையும் உடைய மின்னூட்டப்பட்ட அயனிகளை ஏற்படுத்தி, அவற்றை நிறை/மின்னூட்டம் என்னும் தகைவிற்கேற்பப் பிரிக்கவல்லது.

நிறை நிறமாலைக் கருவிகளின் கோட்பாடுகள் எளியவை; நிறை நிறமாலை அளவி மிகுந்த சிக்கலான மின்னணுவியல் மற்றும் எந்திரவியல் பகுதிகளைக் கொண்டது. இதன் நிர்வகிப்பும், செயல்முறையும் மிகச் சிக்கலானவை.

நிறை நிறமாலை (mass spectrum) என்பது வேறுபட்ட தன்மைகளையுடைய அயனித் தொகுப்பின் பதிவாகும். அயனி மூலத்தின் அழுத்தம் மற்றும் வெப்பநிலையில் மாதிரி, வளிம நிலைக்கு மாறத்தக்கதாக இருப்பின், அத்தனிமம் அல்லது அச்சேர்மத்தின் பண்பை அறிய 1மி. கிராமில் பத்தில் சில பகுதிகள் போதுமானவை.

1912ஆம் ஆண்டு ஜே.ஜே. தாம்சன் என்பாரால் முதன்முதலில் நிறை நிறமாலை அளவி கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஆனால் மிகச்சீரிய கணிப்பிற்கு வழி வகுத்தது 1919ஆம் ஆண்டு ஆஸ்டன் என்பாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நிறமாலை வரைவி (spectrograph) ஆகும். நிறை நிறமாலை வரைவி மூலம் நிறை நிறமாலை பெறப்பட்டது. நிறை நிறமாலையின் ஒவ்வொரு வரியும் குறிப்பிட்ட நிறையுடைய அணு அல்லது மூலக்கூற்றைக் குறிப்பதாக அமைந்தது.



படம் 1. டெம்பஸ்டர் நிறை நிறமாலை அளவி

1932 இல் டெம்ப்ஸ்டர் என்பாரால் உருவாக்கப்பட்ட நிறை நிறமாலை அளவி திண்ம நிலையிலுள்ள உப்புகளின் ஐசோடோப்புகளைக் கண்டறியப் பயன்பட்டது. இம்முறையில் ஆய்வுக்குட்படுத்தப்படும் தனிமத்தின் நேர்மின்கதிர், தகுந்த உலோக உப்பைச் சூடாக்குவதன் மூலமோ மின்சாரத்தின் மூலம் உலோகத்தை ஆவியாக்குவதன் மூலமோ பெறப்படுகிறது.

இவ்விரு முறைகளிலும் ஆவி, நேர்மின் முனையை நோக்கிச் செல்லும் எலெக்ட்ரான் கற்றைகளால் மோதப்பட்டு அயனியாக்கப்படுகிறது (படம் 1). திறப்பு (slit) S_1க்கு எதிர் மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படுவதால், நேர்மின் அயனிகளும் எதிர்மின் அயனிகளும் தனித்தனியாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. மோதலால் உண்டான சில நேர் அயனிகள் திறப்பு S_2 வழியே செல்கின்றன. இந்த அயனிகள் தகடு S_1 மற்றும் S_2க்கு 1000 வோல்ட் என்னும் அளவில் உயர் மின்னழுத்தம் கொடுப்பதால் முடுக்கப்படுகின்றன. இம்மின்புலம் ஏறக்குறையச் சமமான இயக்க ஆற்றலைக் (kinetic energy) கொடுக்கிறது. V என்பது முடுக்கத்திற்கான உயர்மின்னழுத்தம்; e என்பது துகளின் மின்னூட்டம் எனவும் கொண்டால், கொடுக்கப்படும் மின்னாற்றல் Ve துகளின் இயக்க ஆற்றலுக்குச் சமமாகும்.

$$Ve = \frac{1}{2} mv^2 \text{ .... (1)}$$

m என்பது துகளின் நிறை, v என்பது துகளின் திசைவேகம். முடுக்கப்பட்ட நேர்மின் துகள்கள் பின்னர் D என்னும் பகுதியில் வன்காந்தப்புலத்திற்கு (strong magnetic field) உட்படுத்தப்படுகின்றன. இரண்டு அரைவட்ட முனைகளுக்கிடையே காந்தப்புலம் அளிப்பதால் காந்தப்புலக் கோடுகள் துகளின் இயக்கத்திற்குச் செங்குத்துத்

திசையில் அமைகின்றன. எனவே திறப்பு S_2ஐ விட்டு வெளியேறிய நேர்மின் துகள்கள் வட்ட வடிவப் பாதையை ஏற்படுத்துகின்றன. பின்னர் அவை மின் அளவியுடன் (electrometer) இணைக்கப்பட்ட தகட்டில் மோதுகின்றன. மின் அளவி, அயனி மின்னோட்டத்தை அளக்கப் பயன்படுகிறது.

காந்தப்புலச் செறிவு Hஆல் ஒவ்வொரு துகளின் மீதும் செயல்படும் விசை Hev க்குச் சமமாகும். மேலும் துகளின் மைய விலக்கு விசை mv^2/rஆகும். இங்கு r என்பது வட்டப்பாதையின் ஆரம். எனவே,

$$\frac{mv^2}{r} = Hev$$

அல்லது

$$He = \frac{mv}{r}$$

அல்லது

$$H^2e^2 = \frac{m^2v^2}{r^2}$$

(1) மற்றும் (2)ஆம் சமன்பாடுகளிலிருந்து

$$\frac{e}{m} = \frac{2v}{H^2r^2}$$

எனக் கணக்கிடலாம்.

இம்முறையின் மூலம் ஆய்ந்தறியப்பட்ட முதல் உலோகம் மெக்னீசியம் ஆகும். இந்நிறை நிறமாலை அளவியின் மூலம் டெம்ப்ஸ்டர் 1920ஆம் ஆண்டு மெக்னீசியத்தின் மூன்று ஐசோடாப்புகளைக் கண்டறிந்தார். அவற்றின் நிறை எண் 24, 25, 26ஆகும்.

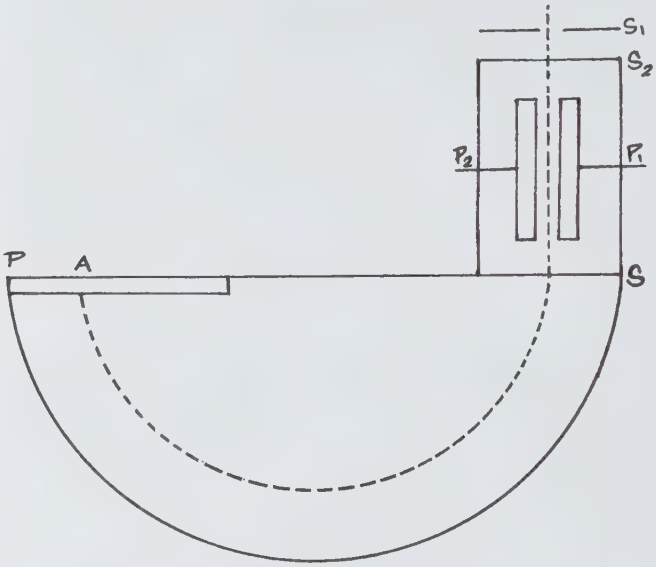
பெயின்பிரிட்ஜ் நிறை நிறமாலை வரைவி. பெயின் பிரிட்ஜ் என்பார் மின்னிறக்கக் குழாயில் (discharge tube) வெவ்வேறு திசைவேகங்களுடான நேர்மின் கதிர்களைக் குறிப்பிட்ட முறையின் மூலம் ஒரே திசைவேத்தைக் கொண்ட நேர்மின் கதிர்களாகத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்துப் பயன்படுத்தினார். இதற்காக அவர் பயன்படுத்திய கருவிக்குத் திசைவேகப் பிரிப்பு (velocity selector) என்று பெயர்.

மின்னிறக்கக் குழாயினால் உண்டாக்கப்பட்ட நேர்மின் கதிர்கள் திறப்பு S_1,S_2 வழியாகவும், பின்னர் தகடு P_1,P_2 வழியாகச் செல்வதால் ஒன்றுக்கொன்று எதிரான செயல் விளைவுகளையுடைய மின், காந்தப்புலத்திற்கு உட்படுகின்றன.

எனவே மின், காந்தப் புலங்களால் ஒன்றுக்கொன்று சமன்செய்யப்பட்ட பாதிப்பிற்குள்ளாகாத, ஒரே திசைவேகம் கொண்ட நேர்மின் கதிர்கள் துளை வழியாக ஊடுருவிச் செல்கின்றன. எனவே,

$$Hev = Ve$$

$$v = \frac{V}{H}$$ ஆகும்.



படம் 2. பெயின்பிரிட்ஜ் நிறை நிறமாலை வரைவி

துளை S வழியாக வெளியேறும் துகள்கள் ஒரே திசைவேத்தைக் கொண்டுள்ளமையால், புலவலிமை (field strength) ஒரு மாறிலியாக உள்ளது. இத்துகள்கள் காந்தப்புல வலிமை உடைய புலத்தின் வழியே செல்வதால் ஆரம் γ உடைய அரைவட்டப் பாதையில் செல்கின்றன.

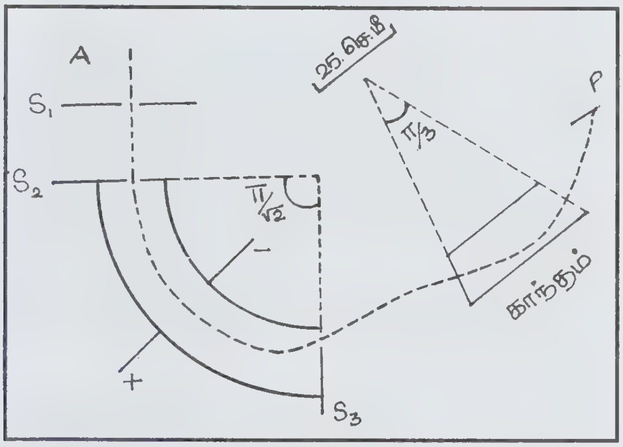
$$r = \frac{mv}{He}$$

அல்லது

$$He = \frac{mv}{r}$$

v, e, H –மாறிலிகள்; ஆரம் r, துகளின் நிறை mக்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது. இம்முறை முன்னர்க் கூறிய முறையைவிடச் சீரிய முறையில் கணிக்கப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. மேலும் வலிவான காந்தப்புலம் பயன்படுத்தப்படுவதால் பிரிதிறனும் மிகுதியாகும்.

பெயின்பிரிட்ஜ் ஜோர்டான் நிறை நிறமாலை வரைவி. பெயின்பிரிட்ஜ், ஜோர்டான் என்போரால் மேம்படுத்தப்பட்ட நிறை நிறமாலை வரைவி (double focussing mass spectrograph) இரட்டைக் குவிதல் நிறை நிறமாலை வரைவி எனப்படும். இவ்வமைப்பில் குறிப்பிட்ட e/m மதிப்புடைய அனைத்து அயனிகளும் குறிப்பிட்ட எல்லைக்குட்பட்ட வெவ்வேறு திசைகளில், வெவ்வேறு திசைவேகங்களில் நகர்ந்தாலும் பொதுவான குவிதலுக்கு உட்படுகின்றன. எனவே இக்கருவி ஏனைய கருவிகளைவிட மிகுந்த பிரிதிறன் உடையது.



படம் 3. பெயின்பிரிட்ஜ் ஜோர்டான் நிறை நிறமாலை வரைவி

மின்னிறக்கக் குழாயினால் ஏற்படுத்தப்பட்ட அயனிகள் திறப்பு S_1, S_2ஆல் இணையாக்கப்படுகின்றன. படம் 3இல் காட்டியபடி ஆரம் R உடைய இரு வளைவான தகடுகளுக்கு மின்னழுத்தம் கொடுப்பதால் இணையாக்கப்பட்ட அயனிகள் தகடுகளுக்கிடையே ஒரு மின்புலத்திற்கு உட்படுகின்றன. எனவே அயனிகளின் பாதை படத்தில் காட்டியபடி வளைவாக உள்ளது. மின்புலத்திற்குட்பட்ட அயனிகளில் நேர் அயனிகள் மட்டும் திறப்பு S_3 வழியாக v என்னும் திசைவேகத்துடன் வெளியேறுகின்றன. இது பின்வரும் தொடர்பை நிறைவு செய்வதாக உள்ளது.

$$Ee = \frac{mv^2}{R}$$

S_3 வழியாக வெளியேறும் அயனிகள் $\frac{1}{2}mv^2$என்னும் ஒரே ஆற்றலைக் கொண்டுள்ளன. பின்னர் நேர் அயனிகள் படத்தில் காட்டியவாறு சீரான காந்தப்புலத்திற்கு உட்படுவதால் மீண்டும் அவை குறிப்பிட்ட திசையில் விலக்கப்படுகின்றன. திறப்பு S_3ஐயும், காந்தப்புலத்தில் அயனிகளின் வளைவுப்பாதையின் மையத்தையும் இணைக்கும் கோட்டில் ஒளிப்படத் தகட்டை வைப்பதால் குவிக்கப்படும் அயனிகள் பதிவாகின்றன. இவ்வமைப்பினால் மிகு பிரிதிறனைப் பெறமுடிவதால் குறைந்த அளவு நிறை வேறுபாடு உடைய ஐசோடோப்பையும் கண்டுபிடிக்க முடிகிறது.

நிறை நிறமாலைகள். எளிய சேர்மங்களுக்குக் கூட நிறை நிறமாலை, பொதுவாக வெவ்வேறு உயரங்களைக் கொண்ட வளைகோட்டுத் தொடரை அளிக்கிறது. மூலக்கூறுகளின் பண்புகள், அயனியாக்க மின்னழுத்தம், மாதிரிப் பொருளின் அழுத்தம், கருவியின் அமைப்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து நிறை நிறைமாலை காணப்படுகிறது.

தூய சேர்மங்களின் நிறை நிறமாலை அவற்றின் பண்புகளைப் பற்றி அறியப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. மூலக்கூறுகளின் எடையைக் கணக்கிடவும் அவற்றின் வாய்பாட்டை அறியவும் நிறை நிறமாலை பண்பறி பகுப்பாய்விலும் பருமனறி பகுப்பாய்விலும் இடம் பெறுகிறது.

- ஜா. சுதாகர்

நிறைநிறமாலை வரைவி

இது வளிம, நீர்ம திண்ம நிலைச் சேர்மங்களைச் சிதைவுறுத்தி விளையும் துகள் பகுதிகளின் நிறைகளிலிருந்து மாதிரிப் பொருள்களின் இயைபுகளைக் கண்டறியும் உத்தியாகும். நானோகிராம் (10^{-9} கி) அளவில் கையாளப்படும் மாதிரிப் பொருளின் பகுப்பாய்வை ஒரு சில நொடிகளில் நிகழ்த்த இயலும். பில்லியனில் (நூறுகோடியில்) ஒரு பங்கு அளவே செறிவில் இடம்பெறும் மாசுப் பொருளையும் துல்லியமாகக் கண்டறியலாம். துல்லிய எல்லை $\pm$ 1% ஆகும். மூலக்கூறை அயனியாக்கும்போது அது உடையும் முறையிலிருந்து கனிம, கரிமச் சேர்மங்களின் வடிவமைப்புகளைக் கண்டறியலாம். இந்த உடைதல் நிகழ்ச்சிகள் ஆய்வுக்குட்படுத்தப்படும் மூலக்கூறுகளின் தனித்தன்மையை வெளிப்படுத்தும். வெற்றிடமாக்கப்பட்ட பகுதியில் ஆய்வுக்குட்படுத்தப்படும் மாதிரிப் பொருள் புகுத்தப்பட்டு அயனியாக்கப்படுகிறது. இந்த அயனிக் கலவை ஒரு நிலை மின்புலத்தினால் முடுக்கிவிடப்பட்டு நிறையின் அடிப்படையில் பிரிக்கப்படுகிறது.

அயனியாக்கும் முறைகள். கரிமச் சேர்மங்களின் பகுப்பாய்வுகளை அயனியாக்கும் முறைகளுள் முதன்மையானவை எலெக்ட்ரான் மோதல், வேதிவழி அயனியாக்கம், மின்புல அயனியாக்கல், மின்புலவழி வெளியேற்றம் (field desorption) ஆகியன.

எலெக்ட்ரான் மோதல் (electron impact). ஒரு வளிம நிலைச் சேர்மத்தை உயர் ஆற்றல் கொண்ட (70v) எலெக்ட்ரான் கற்றையில் மோதுகையில், விளைவாகும் அயனிகளின் மீது எலெக்ட்ரான் ஆற்றலில் ஒரு பகுதி ஏற்றப்படுகிறது.

$$A\text{-}B\text{-}C + e^- \longrightarrow A\text{-}B\text{-}C^+ + e^- + e^-$$

பெருவாரியான மூலக்கூறுகளுக்கு நேர் அயனி உருவாதலில் எதிர் அயனி உருவாதலைவிட 10,000 மடங்கு நிகழ் திறம் (probability) கூடுதலாக உள்ளது. ஓர் எலெக்ட்ரானை மட்டும் இழந்து, உடையாமல் நிலைத்திருக்கும் அயனி, மூலக்கூறு அயனி எனப்படும். நிறை நிரலில் இந்த அயனியே பெரும மூலக்கூறு எடை பெற்றிருக்கும். இங்கு ஒவ்வோர் அயனியும் அதன் நிறை மின்னேற்ற விகிதத்தால் வேறுபடுத்தப்படுகிறது. சில சூழ்நிலைகளில் ஓர் அயனியின் நிரல்செறிவு (line intensity) மிகக் குறைவாக இருக்கும். ஓர் அயனி மற்றொரு மூலக்கூறுடன் மோதி ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவையோ வேறோர் உறுப்பையோ கவரக்கூடும். இவ்வகைச் சூழ்நிலைகளில் மூலக்கூற்றைப் பற்றிய செய்திகளை முழுமையாக அறிவதற்குப் பிற உத்திகளைக் கையாள வேண்டும்

வேதிவழி அயனியாக்கல் (chemical ionisation). ஹைட்ரஜன், ஹைட்ரைடு அயனிகளைப் போன்ற கனமான துகள்களால் மாதிரிப் பொருளை அயனியாக்கும் இத்துறையில் மெத்தேன் வளிமம் வினைப்பொருளாகப் பயன்படுகிறது. மெத்தேனின் அழுத்தம் 0.2 முதல் 2 டார் ஆகும். முதலில் மெத்தேன் CH_4^+ஆகவும், இவ்வயனி சிதைந்து CH_3^+மற்றும் H^0 ஆகவும் மாறுகின்றன. அயனிகள் மெத்தேனுடன் வினையுறலாம்.

$$CH_4^+ + CH_4 \longrightarrow CH_5^+ + CH_3$$
$$CH_3^+ + CH_4 \longrightarrow C_2H_5^+ + H_2$$

விளைவாகும் அயனிகள் பிரான்ஸ்டட் அமிலங்களாதலால் அயனிகளை ஈந்தோ, ஈர்த்தோ வினையுறுகின்றன.

$$C_2H_5^+ + A\text{-}B\text{-}C\text{-}H \longrightarrow A\text{-}B\text{-}C + C_2H_6$$

இந்த அயனியாக்கத்திற்குப் பயன்படும் பிற வளிமங்களான ஹைட்ரஜன், நீர், அம்மோனியா ஐசோபியூட்டேன் ஆகியவற்றின் செயலுறு அயனிகள் முறையே H_3^+, H_3O^+, NH_4^+, $C_4H_9^+$ஆகியன. இவ்வயனிகளின் அமில வலிவு வெவ்வேறாகையால், இவ்வினைகளில் உமிழப்படும் வெப்பத்தில் வேறுபாடுகள் உண்டு. இவ்வயனிகளுள் H_3^+ வீரியம் மிக்க அமிலமாகும். NH_4^+வீரியம் குறைந்த அமிலமாகும். வினை நிகழ்கையில் வெப்ப உமிழ்வு குறைவாக இருப்பின், ஹைட்ரஜன் அயனி மாற்றம் நிகழும். கூடுதலாக இருப்பின் மூலக்கூறு உடைதல் நிகழும். எலெக்ட்ரான் தாக்கு முறையைவிட வேதி அயனியாக்க முறையில் வெப்ப உமிழ்வு மிகக் குறைவாகும். (ஏறத்தாழ 50 கி.ஜு/மோல்). CH_3^+, $C_2H_5^+$, Cl^- போன்ற மிகக் கடினமான துகள்களையும் பயன்படுத்தலாம். இவை தவிர மின்னேற்றப் பரிமாற்றமும் செயல்படுத்தப்படுகிறது. அயனி ஆற்றல் கூடுதலாகப் பெற்றுள்ள ஒரு வளிமத்தை அயனி ஆற்றல் குறைவாகக் கொண்ட மாதிரிப் பொருளுடன் (sample) மோத வைப்பதால் மின்னேற்றப் பரிமாற்றம் நிகழ்கிறது.

$$G^+ + A\text{-}B\text{-}C \longrightarrow A\text{-}B\text{-}C^+ + G$$

இவ்வினை வெப்பத்தை உமிழ்கிறது. இங்கு மிகையாற்றல் மாதிரிப் பொருளின் அக ஆற்றலாக அமைகிறது. He^+, Ne^+, A^+ அயனிகள் பெரிய அளவில் தம் அயனி ஆற்றலை மாதிரிப் பொருளுக்கு மாற்றுகின்றன. இவ்வகையில் கார்பன் மோனோக்சைடும், நைட்ரிக் ஆக்சைடும் மிகப் பயன்படும். சில சூழ்நிலைகளில் வேதி அயனியாக்கமும், மின்னேற்றப் பரிமாற்றமும் இணைந்து பயன்படுகின்றன. ஆர்கான்-நீர் கலவை இவ்வகையில் உதவுகிறது.

மின்புல வழி அயனியாக்கலும் வெளியேற்றமும். மாதிரிப் பொருளை ஒரு மின்முனைப் பரப்புக்கு அருகே உயர் மின்புலச் சரிவில் (gradient) புகுத்தினால் அப்பொருள் அயனியாகிறது. அறிமுறை நோக்கில் மூலக்கூறு அழுத்தக் கோட்டின் வடிவமைப்பு கோணலாகி, அதன் விளைவாக எலெக்ட்ரான்கள் மூலக்கூறிலிருந்து எதிர் மின்முனையை அடைகின்றன. இவ்வாறு உருவாகும் அயனி மின்முனையால் விலக்கப்படுகிறது. அயனியின் வாழ் காலம் (10^{-12} -10^{-19}) நொடி மிகக் குறைவாகும். மிகக் குறைவான அளவு ஆற்றலே மூலக்கூறின் அக ஆற்றலாக் மாறுவதாலும், அயனிகள் விரைவாக அகற்றப்படுவதாலும் உடைதல் (fragmentation) நிகழ்வதில்லை. எனவே, மாதிரிப் பொருளின் மூலக்கூறு எடையை எளிதில் கணக்கிட வாய்ப்புண்டு.

மெல்லிய கம்பி, கத்தி, கூரிய உலோக முனை ஆகியவை மின்முனைகளாகப் பயன்படுகின்றன. மின்முனையின் விளைவு ஆரம் மிகவும் சிறியதாகும். மின்புல அயனியாக்கல் முறையில் வளிம நிலையில் புகுத்தப்படும் மாதிரிப் பொருள் மின்முனைப்பரப்பின் அருகில் அயனியாகிறது. ஒரு பகுதி மின்முனையால் உட்கவரப்படுகிறது. மிகக் குறைவாகச் சூடேற்றினாலே போதும். மின்புல வெளியேற்ற உத்தியில், ஓர் உலோகப் பரப்பை மாதிரிப் பொருளின் கரைசலில் நனைத்து உலர்த்துதல் கையாளப்படுகிறது. எளிதில் ஆவியாக்க இயலாத சேர்மங்களுக்கு இவ்வுத்தி ஏற்றது. வெப்பத்தால்

எளிதில் சிதைவுறுத்தப்படும் சேர்மங்களான பாஸ்ஃபோலிப்பிடு, நீரில் கரையும் வைட்டமின், பெப்டைடு, சர்க்கரை முதலியவை இவ்வுத்திக்கு உட்படுத்தப்படுகின்றன. மாதிரிப் பொருளை ஆவியாக்காமல், அதே நேரம் மின்முனைப் பரப்பை நோக்கி மாதிரிப் பொருளை நகர்த்தும் அளவுக்குச் சூடுபடுத்த வேண்டும். மின்புல வெளியேற்றத்தில் பல ஊசி முனைகள் மின்முனைப் பரப்புக்குச் செங்குத்தாக வளர்க்கப்படுகின்றன. இந்நோக்கத்துடன் 1200°C வெப்பநிலையில் பென்சோ நைட்ரஸ் ஆவி மின்முனை மீது படிய வைக்கப்படுகிறது. அல்லது உலோக உப்புக் கரைசல்களிலிருந்து உலோகப் படிகங்கள் படிவாக்கப்படுகின்றன.

பிளாஸ்மா வழி வெளியேற்றம். மாதிரிப் பொருளாலான மெல்லிய படலம் பூசப்பட்டதொரு நிக்கல் தகடு மின்முனைப் பரப்பு மீதான $^{252}C_f$ (காலிபோர்னியம் - 252) ஐசோடோப் கொண்ட சேர்மத்தின் மீது வைக்கப்படுகிறது. $^{252}C_f$ இலிருந்து வெளியாகும் கதிர்வீச்சு விளைபொருள்கள் நிக்கல் தகட்டைத் தாக்குகின்றன. இதனால் தகடு 10^{-6} நொடிக்குள் 10,000 - 30,000°C வெப்பநிலை வரம்புக்குச் சூடுபடுத்தப்படுகிறது. மாதிரிப் பொருள் ஆவியாகி அயனியாகும்; ஆனால் சிதைவுறுவதில்லை.

விகித வாய்பாட்டை அறிதல். உயர் பிரிப்புத் திறன் (resolution) கொண்ட நிரல் அமைப்பில், மூலக்கூறு எடை முழு எண் மதிப்பிலிருந்து மாறுபடுவதை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஆய்வுப் பொருளின் தனிம இயைபைக் கண்டறியலாம். எடுத்துக்காட்டாக, $^{12}C_{12}\,H_{10}$ இன் மூலக்கூறு எடை 154.0782; $^{12}C_9\ ^1H_{14}{}^{16}O_2$ இன் மூலக்கூறு எடை 154.0994; $^{12}C_{10}\ ^1H_{16}\ ^{16}O$ இன் மூலக்கூறு எடை 154.1358; $^{12}C_{11}\ ^1H_{22}$ இன் மூலக்கூறு எடை 154.172. பிரிதிறன் குறைவாகவுள்ள நிரலில் தனிமங்களின் இயல்பான ஐசோடோப்புகளின் மலினங்கள் (natural isotopic abundances) கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டு விகித வாய்பாடு பெறப்படும்.

உடைதல் முறை (fragmentation pattern). மூலக்கூறுகளுக்கு அளிக்கப்படும் ஆற்றல் அதனை அயனியாக்குவதற்கும், அயனிகளில் ஓரிரு வேதி பிணைப்புகளை உடைப்பதற்கும் தேவைப்படும் அளவைவிடக் கூடுதலாக உள்ளமையால் சில மூலக்கூறுகள் அயனியாதலைத் தொடர்ந்து பின்வருமாறு உடைகின்றன.

$$A - B - C^+ \longrightarrow A - B^+ + C \quad (1)$$

$$A - B - C^+ \longrightarrow A - B + C^+ \quad (2)$$

$$A - B - C^+ \longrightarrow A + B - C^+ \quad (3)$$

$$A - B^+ \longrightarrow A + B^+ \quad (4)$$

$$B - C^+ \longrightarrow B^+ + C \quad (5)$$

$$A - B - C^+ \longrightarrow A - C^+ + B \quad (6)$$

இவ்வயனிகள் அவற்றின் பொருண்மை அடிப்படையில் பிரிக்கப்பட்டு நிரை நிரலாகப் பதிவாகின்றன. பல்வேறு நிரைகளைக் கொண்ட பல துகள்கள் தோன்றுகின்றன என்றாலும், அழுத்தமான கோடுகளை நிரலில் உருவாக்கும் சிதைவு வழிகள் மூலக்கூறுகளில் இடம்பெறும் வினையுறு தொகுதிகளைப் பொறுத்தனவாகும். செறிவுமிக்க நிரலைத் தரும் அயனிகள், குறிப்பாக உயர் நிறை பகுதிக்குக் காரணமான அயனிகள் மூலக்கூறுகளின் வடிவமைப்புகளை அறிவதற்குப் பயனாகின்றன. கரிம வினைகளின் இயங்கு முறைகளைப் பெறும் அறிமுறையின் அடிப்படையில் வினையுறு தொகுதிகளின் மீதே மின்னேற்றம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது என்னும் ஊகம் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டுள்ளது. ஏனெனில், π பிணைப்பிலுள்ள எலெக்ட்ரானோ, பிணைப்பில் இடம் பெறாத எலெக்ட்ரானோ அகற்றப்படுவதற்கு ஏற்றதாகிறது. இவ்வகை எலெக்ட்ரான்கள் வினையுறு தொகுதிகளில் இடம் பெறுகின்றன. பல அறிமுறை வகை இதழ்களில் (theoretical journals) புள்ளியியல் அணுகுமுறையைக் கொண்டு மேற்கூறிய நிகழ்ச்சிக்கு விளக்கங்கள் தரப்பட்டுள்ளன. எலெக்ட்ரான் கவர் ஆற்றல் கொண்ட அணுக்களை உடைத்த வினையுறு தொகுதிகளின் வினைகளில் பெரும்பாலும் எலெக்ட்ரான் கவர் அணுக்களோ அவற்றை உள்ளடக்கிய தொகுதிகளோ விடுபடுகின்றன.

$$R - X^+ \longrightarrow R^+ + X\ (X = Cl, Br, I, OR, SR, RCO)$$

அல்லது ∝ கார்பன் இருக்கையிலுள்ள பதிலீட்டுத் தொகுதிகள் விடுபடலாம்.

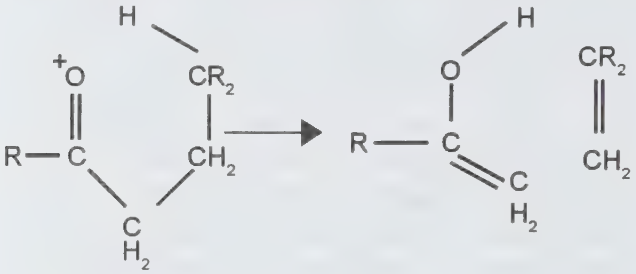
இங்கு R=H, அல்க்கைல்; X=OR, NR, SR, CL, Br

$$R - \overset{\overset{\displaystyle O^+}{\|}}{C} - x \longrightarrow R - C = O^+ + X$$

R=H, அல்க்கைல், அரைல்; X=OH, OR, NR_2, Cl, Br, I

இவை யாவும் ஓர் உறுப்பை வெளிவிடும் எளிய உடைதல் நிகழ்ச்சிகள். விளையும் அயனி இரட்டைப்படையில் எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கையைச் கொண்ட அயனியாகும். இதற்கு விதிவிலக்கு ஒற்றைப்படை எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கையைக் கொண்ட மூலக்கூறு அயனியாகும். சில சிறப்பு வகைச் செயல்கள் நிகழ்ந்தாலல்லாமல் நிறைநிரலில் முதன்மை அயனிகள் யாவும் இரட்டைப்படை எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கையைக் கொண்டவை ஆகும். ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையில் ஒற்றைப்படை எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கை கொண்ட அயனிகள் தோன்றுகின்றன.

இங்கு உறுப்பு அயனியின் (radical ion) பகுதியிலிருந்து ஒரு முழு மூலக்கூறு விடுபடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக,

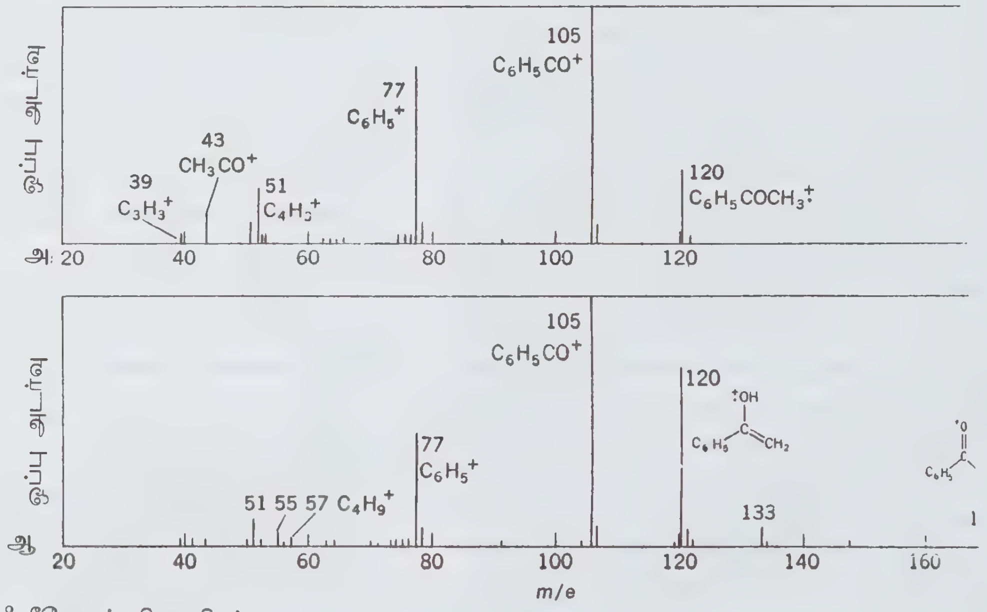


பல்லிணைப்பில் ஈடுபட்டுள்ளதோர் எலெக்ட்ரான் கவர் அணுவால், வினையுறு தொகுதிக்கு γ–இருக்கையில் உள்ள ஹைட்ரஜன் அணு ஈர்க்கப்பட்டுப் பிணைப்பு இடமாற்றம் நிகழ, இறுதி விளைவாக β–பிணைப்பு உடைகிறது. இவ்வினைக்கு மக்லாஃபெர்ட்டி அமைப்பு மாற்றம் (Mclafferty rearrangement) எனப் பெயர். ஒற்றைப்படை எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கை கொண்ட அயனிகளை உருவாக்கும் பிற வினைகள் அரோமாட்டிக் அமைப்புகளில் ஆர்த்தோ இருவகைத் தொகுதிகளையும், வளைய வகைக் கரிம மூலக்கூறுகளையும் வினைப்படு பற்றுப் பொருள்களாகக் (reactive substrates) கொண்டவை.

எலெக்ட்ரான் மோதல் வகையில் கிடைக்கும் (எளிதில் ஆவியாகும் சேர்மங்களுக்கான) நிறைநிரல்கள் படம் 1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. அசெட்டோஃபீனோனுக்கான நிரல் எளிய பிணைப்பு உடைதலைச் சுட்டுகிறது. வலரோஃபீனோனுக்கான நிரலிலோ மக்லாஃபெர்ட்டி இடமாற்ற நிகழ்ச்சியைக் குறிக்கும் செறிவுமிக்க குத்துக்கோடு தோன்றியுள்ளது. இவ்விடமாற்ற வினையில் பியூட்டின் மூலக்கூறு விடுபடுகிறது.

வேதி அயனியாக்கல் முறையிலும், அரிய சூழ்நிலைகளில் மின்புல வழி அயனியாக்கல், மின்புல வெளியேற்றம் ஆகிய முறைகளிலும் திண்ம அல்லது நீர்ம நிலைமைகளிலிருந்து ஹைட்ரஜன் அயனி பறிக்கப்படும்போது, மூலக்கூறு நிறை மதிப்புக்கு அருகில் M+1 அல்லது M-1 இருக்கையில் (position) ஒரு நிரல் கோடு தோன்றுகிறது. இது ஓர் இரட்டைப்படை அயனியேயாயினும், அதன் சிதைவு விளைபொருள்கள் ஒற்றைப்படை அயனிகளிலிருந்து தோன்றுவனவற்றைப் போலவே உள்ளன. எளிதில் ஆவியுறா கிரியேட்டின் மூலக்கூறின் நிரல்கள் படம் 2இல் தரப்பட்டுள்ளன. M^+, M+1 ஆகிய இரண்டு அயனிகளுமே இடமாற்றவினை வாயிலாக நீர் மூலக்கூறை இழக்கின்றன.

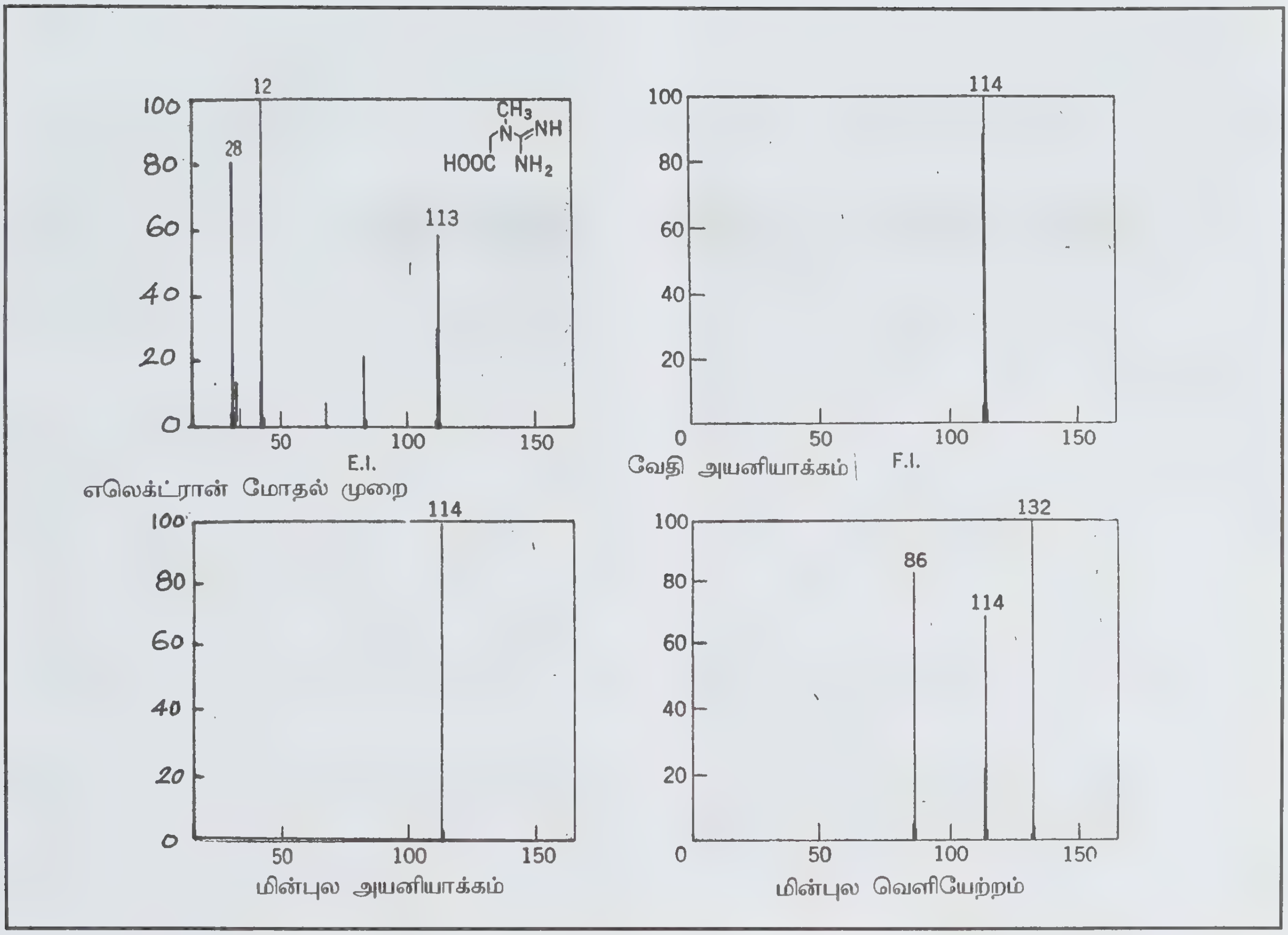
மாதிரிப் பொருளின் உடைந்த பகுதிகளைப் பற்றிய தகவல் இரு தோற்றுவாய்களிலிருந்து பெறப்படுகிறது. முதல்



(அ) அசெட்டோஃபீனோன் நிறைநிரல்

(ஆ) வலரோஃபீனோன் நிறைநிரல்

படம் 1. எலெக்ட்ரான் மோதல் முறை வாயிலாகப் பதிவாக்கப்பட்ட நிறைநிரல்கள்



படம் 2. கிரியாட்டின் (மு.நி. 131) சேர்மத்தின் நிறைநிரல்கள்

தோற்றுவாய் மூலக்கூறுகளை அயனியாக்கல், உடைத்தல் ஆகியவற்றுக்குத் தேவைப்படும் மின்னழுத்தங்களைப் பற்றிய அறிவாகும். இரண்டாம் தோற்றுவாய் ஐசோடோப் குறியீட்டு உத்திகளினால் நிரல் கோடுகளின் இருக்கையில் தோன்றும் மாற்றங்களைப் பற்றிய கணக்கீடாகும். எடுத்துக்காட்டாக, மக்லபார்ட்டி இடமாற்றத்தில் ஈடுபடக்கூடிய மூலக்கூறின் β–இருக்கையில் ஹைட்ரஜனை டியூட்டிரியத்தால் (கன ஹைட்ரஜனால்) பதிலீடு செய்தால் விளையும் அயனியின் நிறையில் மாற்றம் தோன்றுவதில்லை. ஆனால் இதே மூலக்கூறின் γ– இருக்கையில் ஹைட்ரஜனை டியூட்டிரியத்தினால் பதிலீடு செய்தால் விளைபொருளின் நிறை ஓர் அலகு கூடுதலாகும். மேலும், சாதாரண வேதி வினைகளின் நிரல்நிரை முறைகளைக் கூர்ந்தாய்ந்தாலும் தகவல் கிடைக்கலாம்.

அரோமாட்டிக் அமைப்புகளில் பதிலீட்டு முறைகளுக்கும் வினைத் திறன்களுக்கும் தொடர்பு உள்ளமை தெரிய வந்துள்ளது. பல சேர்மங்களிலிருந்து இது அளவறி வகைத் தொடர்பாகவும் உள்ளது. பிற நிரல்வகைப் பகுப்பாய்வுகளைப் போன்றே இங்கும் இயல்பு அறியப்படாத பொருளின் நிரைநிரலுடன் இயல்பு நன்கறியப்பட்ட பொருள்களின் நிரைநிரல்களை ஒப்பீடு செய்து, ஒரேவகைப் பொருள் ஒரேவகை நிரலையே தரும் என்னும் அடிப்படையில் கண்டறிதல் நிகழ்த்த வேண்டும். இவ்வுத்தி, குறிப்பாக இயற்கை வழிப்பொருள்களைப் பற்றிய ஆய்வில் பயன்மிக்கதாகும். நிரல்கோடு இருக்கை மாற்ற உத்தி (மூலக்கூறில் நிகழ்த்தப்படும் பதிலீடுகளினால் M^+ அயனி மற்றும் உடைந்த துகள்களுக்கான நிரல்களில் இடமாற்றம் பற்றிய ஆய்வு) அல்கலாய்டு போன்ற உயிர்வேதித் துறையில் முதன்மைபெறும் பொருள்களைப்

பற்றிய ஆய்வில் இன்றியமையாதது. கரைசல் நிலையில் நிகழும் வினைகள் மட்டுமல்லாமல் வெப்பச்சிதைவு (pyrolysis), ஒளிவேதிவினை (photochemical reaction) ஆகியவற்றுக்கும் உடைதல் முறையைப் பற்றிய தகவல்கள் பயன்படுகின்றன. மக்லாஃபெர்ட்டி இடமாற்ற வினையை நாரிஷ் (முதல்வகை) வினையுடன் ஒப்பிடலாம். இங்கு ஓர் அல்க்கைல் கீட்டோனிலிருந்து ஓர் ஒலிஃபீன் மூலக்கூறு விடுபட்டு, ஒளி ஆற்றலின் உந்துதலால் ஒரு சிறிய கீட்டோனின் ஈனால் வடிவம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

சிற்றுறுதி அயனிகள் (metastable ions). நிறை நிரல்களை மூலக்கூறின் வடிவ வாய்பாட்டுடன் தொடர்புறுத்திக் காண்பதற்கு, சிதை மூலக்கூறின் தொடக்கநிலை விளைபொருள்கள் மட்டுமல்லாமல் தொடரும் சிதைவுக் கட்டங்களையும் ஆராய்தல் தேவை அயனிகளின் தோற்றுவாயை அறிவதற்குச் சிற்றுறுதி கொண்ட அயனிகளைப் பற்றி அறிதல் வேண்டும். முன்பு குறிப்பிட்டுள்ள சமன்பாடுகளில் (1-6) சில AB^+ வகை அயனிகள் முடுக்கப்படுவதற்கும் காந்தத்தால் திசை திருப்பப்படுவதற்கும் இடைபட்ட நேரத்தில் சிதைவுறுகின்றன. இதன் விளைவாக m^2_B / m_{AB} எனும் விகிதத்துக்குச் சமமான எண்மதிப்பு கொண்ட நிறை, மின்னேற்ற விகிதத்திற்குத் தக்கவாறு ஓர் அகலமான உச்சி கொண்ட கோடு தோன்றுகிறது. படம் 3 இல் இந்நிரல்கோடு m/e = 56.5 என்னும் இருக்கையில் அமைந்துள்ளமையைக் காணலாம்.

$$\frac{m^2_B}{m_{AB}} = \frac{77^2}{105} = 56.5$$

எனவே, சிற்றுறுதி வகைக் கோட்டைத் தோற்றுவிக்கும் சிதைவு வினையில் நிறை 105இலிருந்து 77ஆகக் குறைகிறது. விளையும் $C_6H_5^+$ அயனிகளில் ஒரு பகுதியாவது $C_6H_5CO^+$இலிருந்து CO இழப்பு நேரிடுவதால் உருவாவது தெளிவாகிறது. சிற்றுறுதி அயனிகளின் தொகுப்பிலிருந்து சிதைவு கட்டங்களின் வரிசையை மதிப்பிடலாம். உடைந்த பகுதிகளை எண்ணத்தால் ஒட்டுவித்து முழு மூலக்கூறை வருவித்தலும் இங்கு ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட வழிமுறையாகும். அயனி முடுக்கத்திற்கும், காந்த ஈர்ப்புக்கும் இடைப்பட்ட வேளையில் சிதைவுறும் அயனிகளைப் பற்றி ஆராய்வதற்கு நிறைபகுக்கப்பட்ட அயனி இயங்காற்றல் நிரல் (mass analysed ion kinetic energy spectrometer - MIKES) எனும் வழிமுறை பயன்படுகிறது. சிற்றுறுதி அயனிகளின் இயக்க ஆற்றல் துல்லியமாக இராமையால் மின்வகைப் பகுப்பான்களைக் கடந்து செல்வதில் உறுதியற்றுள்ளன. இவ்வகை அயனிகள் முதனிலை அயனிகளின் இயங்காற்றலில் ஒரு பகுதியைப் பெற்றுள்ளன. இப்பின்னம் உடைந்த பகுதியின் பொருண்மைக்கும் முதனிலை அயனியின் பொருண்மைக்குமுள்ள விகிதத்திற்குச் சமமாகும். மின்புலப் பகுதியின் மின்னழுத்தத்தைத் துழாவியும் அப்பகுதியிலிருந்து வெளியேறும் அயனிகளைக் கண்காணித்தும் அயனிகளை அவற்றின் இயங்காற்றல் அடிப்படையில் பாகுபாடு செய்யலாம். இயல்பில் நெருங்கியும் ஒத்தும் உள்ள மாற்றியங்களின் (isomers) அயனிகள் கூட நிரல் செறிவில் வேறுபடுகின்றன. எனவே இவ்வுத்தியைக் கொண்ட சிக்கலான அமைப்புப் பெற்ற சேர்மங்களையும் துல்லியமாகக் கண்டறியலாம்.

சாதாரண நிறைநிரல் வரைவியிலுள்ளமைக்கு எதிர்மாறாக MIKES அமைப்பில் காந்தப்புலம் முதல் பகுதியாகவும், மின்புலம் அடுத்த பகுதியாகவும் நிறுவப்பட்டுள்ளன. இதனால் காந்தப்புலத்தைத் தாண்டிய நிலையில் அயனிகள் நிறைகளின் அடிப்படையில் பிரிக்கப்படுகின்றன. இந்நிலையில் ஒரு குறிப்பிட்ட நிறை கொண்ட துகள் ஆய்வுக்காக எடுத்துக் கொள்ளப்படலாம். மின்புலத்தில் நுழையுமுன் சிதைவுறும் அயனிகள் தொடக்கநிலை அயனிகளின் இயங்காற்றலில் ஒரு பின்னத்தை மட்டுமே ஏற்றுள்ளன என்பதால், காந்தப்புலத்தைக் கடந்த ஒரு குறிப்பிட்ட அயனியின் சிதைவால் விளைந்த அயனிகளைப் பற்றிய தகவல்களை எளிதில் சேகரிக்கலாம். நிரலின் செறிவு வடிவமைப்பு அறுதியிடலில் பயன்படுகிறது. சிதைவுறும் அயனியின் ஆற்றல் நிலை மாறிக்கொண்டே உள்ளமையால் ஆற்றல் பங்கீட்டுக்குத் தகுந்தவாறு நிரலின் செறிவும் மாறும். ஆற்றலின் அளவுக்குத் தொடர்பற்றதும், வடிவமைப்பை நன்கு நிறுவுவதற்கு உதவுவதுமான 'உத்தி மோதலால் தூண்டப்படும் சிதைவு (collision induced dissociation) காந்தப் புலத்திற்கும் மின் புலத்திற்கும் இடைப்பட்ட பகுதியில் மோதலைத் தூண்டும் வாயிலாக ஒரு வளிமம் குறைந்த அழுத்தத்தில் புகுத்தப்படுகிறது. நிறையின்படித் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட அயனிகள் காந்தப்புலத்திலிருந்து விலகிச் செல்கையில் வளிமம் மூலக்கூறுகளுடன் மோதும். இயங்காற்றலில் ஒரு பகுதி அயனிகளின் அக ஆற்றலாக மாற்றப்பட்டு அயனிச் சிதைவை நிகழ்த்தும். மோதலினால் மின்னேற்றப் பரிமாற்றமும் நிகழக்கூடும்.

$$A-B-C^{2+} + N \longrightarrow A-B-C^{+} + N^{+}$$
$$A-B-C^{+} + N \longrightarrow A-B-C^{2+} + N + e$$
$$A-B-C^{+} + N \longrightarrow A-B-C^{-} + N^{2+}$$

சாதாரணமாக அயனிகளைச் செலுத்தும் மின்னழுத்தத்தில் பாதியிலோ, அம்மின்னழுத்தத்தைப் போன்று இருமடங்கு எண் மதிப்பிலோ மின்புலத்தை நிறுவினால், மேற்காணும்

சமன்பாடுகளின் விளைபொருள்களைக் கண்டறியலாம். இதனால் பல வழிகளில் உருவாக்கப்படும் அயனிகளைக் கொண்டு நிறைநிரலைத் தோற்றுவிக்க இயலும். இந்நிரல்களின் பயன்களை விரிவாக்கும் முயற்சி நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கிறது. MIKESஇல் ஒரு துகள் பகுதியின் நிரல் மேட்டின் அகலம் (width of the spectral peak) உடைதல் நிகழ்ச்சியின்போது வெளியாகும் இயங்காற்றலின் மதிப்பைப் பொறுத்ததாகும். இவ்வாற்றல் வெளியீட்டை மிகத் துல்லியமாக அளக்கலாம். மில்லி எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டில் பத்தில் ஒரு பங்கு (20 ஜுல்/மோல்) முதல் ஓர் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் (100கிஜு/மோல்) வரை அளக்கலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட அயனி இடம் பெற்றிருப்பதையோ, அவ்வயனி இடம்பெறாத நிலையையோ நன்கறிய இம்முறை உதவும். பொதுவாக, ஒரு குறிப்பிட்ட உடைதல் நிகழ்வில், மாறுபட்ட வடிவமைப்புக் கொண்ட அயனிகள் மாறுபட்ட இயங்காற்றல்களை உமிழ்கின்றன.

கணிப்பொறிப் பயன்பாடு. பகுப்பாய்வுகளில் கணிப்பொறியின் பங்கு தகவல் சேகரிப்பும் வடிவமைப்பு வருவித்தலும் ஆகும். உயர் பிரிதிறன் கொண்ட நிரல்களில் பல தகவல்கள் அடங்கியுள்ளமையால் விரைவான தகவல் வெளியீடு சேகரிப்புக்கும், புரியும் நிலைக்கு மாற்றுவதற்கும் கணிப்பொறியின் உதவியை நாட வேண்டியுள்ளது. வளிமநிலைப் பரப்புக் கவர்ச்சிப் பகுப்பு (gas chromatograph) அமைப்பு இணைக்கப்பட்டிருந்தால் குறைந்த பிரிதிறன் கொண்ட நிரலின் தகவல் வெளியீடும் விரைவாக நிகழும். எனவே, கணிப்பொறி இணைப்பு கட்டாயத் தேவையாகிறது. மொத்த மின்னோட்டம் காலத்திற்கு எதிராகக் கொண்ட வரைபடம் மறு அமைப்புற்ற பரப்புக்கவர்ச்சி நிரல் (reconstructed chromatogram) எனப்படும். நிறைகால வரைபடம், உடைதல் நிரல் (fragmentogram) எனப்படும்.

நிரல்களுக்கு அறிமுறை விளக்கம் அளிப்பதற்கு தொகுப்பகத்தை நாட வேண்டும். ஏறத்தாழ, 25,000 சேர்ம அமைப்புகளுக்கான நிரல் தொகுப்புகள் (atlas of spectra) உயர் கல்வி நூலகங்களில் கிடைக்கும். இந்நிரல்களுடன் ஆய்வில் கிடைக்கும் நிரலை ஒப்பிட்டுச் சேர்மக் கண்டறிதல் நிகழ்த்த வேண்டும்.

கலவைகளின் பகுப்பாய்வு. கொடுக்கப்பட்ட கருவிக்கு ஒரு சேர்மத்தின் நிறை நிரல் அதன் சிறப்பியல்பு காட்டி (finger print) ஆகும். வெப்பநிலை, அயனியாக்கும் மின்னழுத்தம், பிற கருவித் துணையலகுகள் யாவும் நியமநிலைகளில் நிலை நிறுத்தப்படும்போதே இந்த ஊகம் நிறைவேறும். நிரல்கள் கூட்டுப் பண்புடையன என்பதால் வளிமக் கலவைகளைப் பகுத்தறிதல் எளிதாகிறது. பல ஆண்டுகளாக ஹைட்ரோகார்பன் கலவைகளின் அளவறி பகுப்பாய்வு இவ்வுத்தியைக் கொண்டு நிகழ்த்தப்பட்டுள்ளது. வளிமப் பரப்புக் கவர்ச்சி அமைப்பின் வெளியீடான வளிமங்களை நிறைநிரல் அமைப்பினுள் புகுத்துதல் மற்றொரு வலிவுமிக்க உத்தியாகும். எலெக்ட்ரான் மோதல், மின்னேற்றப் பரிமாற்ற வகை அயனியாக்கல்களில் வளிமப் பரப்புக் கவர்ச்சி அமைப்பில் பயன்படும். இதில் ஊடக வளிமத்தை (carrier gas) அகற்ற வேண்டும். பகுதி விரவல் முறையில் இவ்வகற்றல் தேவையில்லை. முழு நிரலையும் துழாவுவதற்குப் பதிலாக, ஒரு சில கோடுகளின் செறிவுகளை மட்டும் கூர்ந்து ஆய்ந்து இக்கோடுகளுக்கிடையே மின்னழுத்த மாற்றத்தை விரைவாக நிகழ்த்தி கருவியின் உணர்திறனை உயர்த்தலாம்.

கரிமத் திண்மங்களின் பகுப்பாய்வு. மிக உயர் வெப்பநிலைகளில் நட்சன் கலம் (Knudsen cell) எனும் அமைப்பில் மாதிரிப் பொருளை ஆவியாக்கியோ, 20,000 எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் கொண்ட மின்பொறியால் திண்மப் பரப்பை ஆவியாக்கிய பின்பு அயனியாக்கியோ இப்பகுப்பாய்வு தொடங்கப்படுகிறது. துகள்களுக்கு அளிக்கப்படும் பரந்த வரம்பாற்றல் நிலைகள் இரட்டைக் குவிய (double focussing) நிறை நிரல் அமைப்புகளைக் கட்டாயத் தேவையாக்குகின்றன. புகைப்பட உத்தியின் மூலம் கண்டறிதல் நிகழ்த்தப்படுகிறது. வெவ்வேறு கால இடைவேளை ஒளித்திறப்புக்கு (light exposure) உட்படுத்தப்பட்ட அயனிகள் கால வரிசையில் பதிவாகின்றன. ஒளிப்படத் தகட்டின் மீதுள்ள கோடுகளின் கருமையளவு மாதிரிப் பொருளின் அளவறி இயைபுக்கு ஓர் அளவீடு அட்டை வாயிலாக இணைக்கப்படுகிறது.

பயன்கள். சேர்மங்களைக் கண்டறிதல், விகித வாய்பாடு அறிதல், மூலக்கூறு வடிவமைப்பை அறுதியிடல், கலவைகளை அளவறி பகுப்பாய்வு செய்தல், திண்ம மாதிரிப் பொருள்களில் மில்லியனில் சில பங்கு (ppm) மாசுப்பொருளின் அளவறிதல், ஐசோடோப் விகிதங்களை அளவறிதல், பெரும் சிக்கலான அமைப்புகளில் கசிவு கண்டறிதல், வெற்றிட அமைப்புகளில் எஞ்சிய வளிமங்களைப் பகுத்தறிதல் என்பன பயன்களாகும்.

கரிம வேதியியலில் பண்பறி, அளவறி பகுப்பாய்வுகள், பெட்ரோலியம், உயிரியல் துறை, அணுக்கரு ஆய்வு, உலோகவியல், குறை கடத்தித் தயாரிப்பு, பீங்கான் தொழில், உழவியல் துறையில் பூச்சி கொல்லித் தயாரிப்பு, வேதியியலில் நறுமணப் பொருள்களின் வேதியமைப்பு, உயர் வெப்பநிலையில் வினைவேக இயல், தனித்தியங்கு உறுப்புகளைப் பற்றிய ஆய்வு ஆகிய துறைகளில் நிறைநிரல் வரைவிப்பகுப்பு பயன்படுகிறது. நிறைநிரல் வரைவி முறையில் விண்வீழ் கற்களிலும், புவியின் பரப்பிலும் காணப்படும் காரீயத்தின் ஐசோடோப் இயைபை அளவறிந்து

புவியின் வயதைக் கணக்கிட்டுள்ளனர். ஏவூர்திகளிலும், துணைக்கோள்களிலும் அனுப்பப்படும் நுண்ணிய அளவிலான நிரைநிரல் கருவிகளைக் கொண்டு புவியின் சூழ்வெளியில் உயர் பகுதிகளை ஆராய்ந்துள்ளனர். 1976இல் செவ்வாய்க் கோளுக்கு அனுப்பப்பட்ட விண்கலத்தில் பொருத்தப்பட்ட நிரைநிரல் அமைப்பு செவ்வாயின் பரப்பிலுள்ள தனிமங்களைப் பற்றி ஆய்வு நடத்தப் பயன்பட்டது.

-மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நின்றொளிர்தல்

கிளர்வுறுத்தும் தோற்றுவாயை அகற்றிய பின்பும் தொடரும் தன்னொளிர்வே நின்றொளிர்தல் (phosphoresence) எனப்படுகிறது.

சில பொருள்கள் புற ஊதாக் கதிர் போன்ற ஆற்றல்மிகு ஒளியை உறிஞ்சி ஆற்றல் குறைவான கட்புலனாகும் ஒளியை உமிழ்கின்றன. இவ்வியற்கைத் தோற்றப்பாடு உடனொளிர்தல் (fluoresence) எனப்படும். சில பொருள்களில் இவ்வொளிர்தல் புற ஊதாக் கதிர்த் தோற்றுவாயை அகற்றிய பின்பும் தொடரும். இவ்வகைப் பொருள்கள் நின்றொளிர் பொருள்கள் (phosphors) எனப்படுகின்றன. கனிமவகைத் தன்னொளிர்தல் பொருள்களின் ஒளிர்வுகாலம் வெப்பநிலைக்கு எதிர் விகிதத்திலுள்ளது. ஒளிவகை மின் கடத்தும் பண்பற்ற கனிம அமைப்புகளில் நின்றொளிர்தல் பின்வரும் இயங்குமுறையில் உருவாகிறது: ஓர் அணு, அயனி அல்லது மூலக்கூறு ஆற்றலை உறிஞ்சுவதால் ஒரு சிற்றுறுதி நிலையை அடைகிறது. இச்சிற்றுறுதி நிலையிலிருந்து அடிமட்ட நிலைக்கு (G) எலெக்ட்ரான் தாவுதல் தடுக்கப்பட்டிருப்பின் (forbidden), அமைப்பின் வெப்ப அதிர்வுகளால் இந்நிலையிலிருந்து மற்றோர் உயர்நிலைக்கு (E) அமைப்பு மாறி, புது நிலையிலிருந்து தன்னொளிர்வு நிகழக்கூடும். ஒளிவகை மின்கடத்தும் கனிமத் திணமங்களில் நின்றொளிர்தல் தோன்றுவதற்கான தோற்றுவாய் பின்வருமாறு அமையும். கிளர்வுற்ற நிலையில் எலெக்ட்ரான்களோ மின்துளைகளோ (hole) வெளிவிடப்பட்டு, படிகக் குறைபாடுகளில் அடைப்பட்டு, பின்பு வெப்ப ஆற்றலால் புறந்தள்ளப்பட்டு, இறுதியாக எதிரெதிர் மின்னேற்றம் கொண்ட துகள்களுடன் மீண்டும் இணைந்து ஒளியை உமிழ்கின்றன.

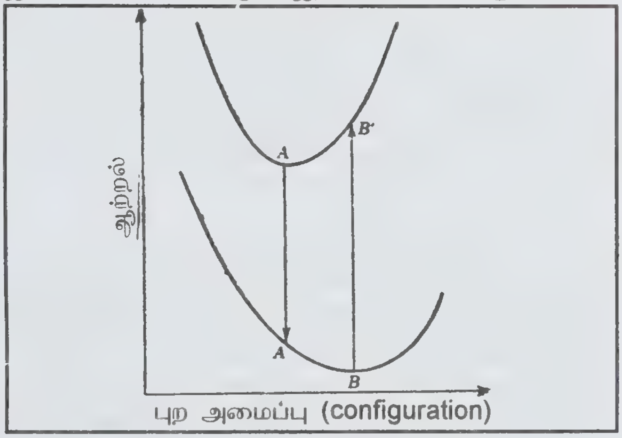
கரிமத் தன்னொளிர் அமைப்புகளில், ஒளித்தூண்டுதலற்ற மின்கடத்தும் அமைப்புகளின் தயக்க ஒளிர்வு தாமத ஒளிர்வு எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. இப்பொருள்களால் சிற்றுறுதி நிலையிலிருந்து தாழ் ஆற்றல் நிலைக்கு நேரடி ஒளிர்தல் மூலம் தோன்றும் மாற்றத்திற்கு நின்றொளிர்தல் என்னும் சொல் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

நின்றொளிர்தல் எனக் குறிப்பிட்டாலும், தயக்க ஒளிர்வு எனக் குறிப்பிட்டாலும் ஓர் அமைப்பின் வெப்பநிலைச் சார்புடைய தன்னொளிர்வு நீடிக்கும் காலம் பரந்த வரம்பில் அமைந்துள்ளது. மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைகளில், சிற்றுறுதி நிலைகளிலிருந்து மேலும் உயர்நிலைகளுக்கு எலெக்ட்ரான்களை உயர்த்துவதற்கு அல்லது அடைப்பட்ட எலெக்ட்ரான்களை விடுவிப்பதற்குப் போதுமான ஆற்றல் கிட்டாத நிலையில் தயக்கத் தன்னொளிர்வு தோன்றுவதில்லை. சற்றே உயர் வெப்பநிலையில், நீண்ட நேரப் பின்னொளிர்வு (after glow) தோன்றும். மேலும் உயர் வெப்பநிலையில் பின்னொளிர்வு கூடுதல் அடர்த்தியுடன் குறுகிய கால இடைவெளியில் தோன்றும். இறுதியாக, ஒரு குறிப்பிட்ட உயர் வெப்பநிலைக்கு மேலாகச் சிற்றுறுதி நிலையிலிருந்து அணுக்கள் விடுபடுதலோ, அடைப்பட்ட இடங்களிலிருந்து எலெக்ட்ரான் விடுபடுதலோ விரைவாக நிகழ்ந்து அதன் விளைவாக நின்றொளிர்தல் அளவிட இயலாத அளவுக்குக் குறுகிய காலத்தில் நடைபெறும். தன்னொளிர்தலின் அடர்வு ஒரு சிக்கலான முறையில் காலத்துடன் சார்பு கொண்டுள்ளது. சிற்றுறுதி நிலைகளின் எண்ணிக்கை, ஆற்றல் மற்றும் அடைப்பட்ட எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை ஆகியன தன்னொளிர்வைப் பாதிக்கும் காரணிகளாகும். சாதாரண வெப்பநிலைகளில் ஏறக்குறைய 12மணி நேரம் கண்ணுக்குப் புலப்படும் நின்றொளிர்தல் நிகழ்ச்சியைத் தோற்றுவிக்கக் கூடிய நின்றொளிர் பொருள்கள் உள்ளன.

ஒரு குறிப்பிட்ட படிகத்தில் புகுத்தப்படும் மாசு அணுக்களினாலேயே நின்றொளிர்தல் நிகழ்கிறது என்பது கண்கூடு. இம்மாசு அணுப் படிகத்தளத்தில் பதிலீட்டு இருக்கைகளில் இடம் பெறுகையில் தோற்றுவிக்கும் விளைவு இடைநிலைத் துளையில் இடம் பெறுகையில் தோற்றுவிக்கும் விளைவினின்றும் மாறுபட்டிருக்கும். மின்னேற்ற நடுநிலையை நிறுவுவதற்கு உடன் கிளர்வு பொருள்கள் எனும் பொருள்களைச் சேர்த்தல் தேவை. எடுத்துக்காட்டாக, துத்தநாக சல்ஃபைடுடன் வெள்ளி அயனியைச் சேர்க்கும்போது சேர்க்கப்படும் வெள்ளியின் அளவு உருவாக்கப்பட வேண்டிய சல்ஃபைடு அயனி காலியிடங்களைப் பொறுத்ததாகும். சல்ஃபைடு அயனிகளைக் குளோரைடு அயனிகளால் (அதாவது ஈரிணைதிறன் கொண்ட எதிர்மின் அயனிகளை ஓரிணைதிறன் கொண்ட எதிர்மின் அயனிகளால்) பதிலீடு செய்தால் மேலும் வெள்ளி அயனியைப் புகுத்த இயலும். தாமிரம், வெள்ளி, மாங்கனீஸ்,

மிகையளவு துத்தநாகம் ஆகியவற்றைச் சேர்ப்பதால் துத்தநாக சல்ஃபைடின் ஒளிர்தல் எவ்வாறு ஊக்குவிக்கப்படுகிறது என்பதனை வரைபடம் விளக்குகிறது. துத்தநாக அணுவை மாங்கனீஸ் அயனியால் பதிலீடு செய்த நிலையில் புற ஊதாக் கதிர்களைப் பாய்ச்சினால் மஞ்சள் நிற ஒளி வெளிவருகிறது. தாமிர அயனிப் பதிலீடு நீல நிறத்தையும், தாமிர அணுப் பதிலீடு பச்சை நிறத்தையும் தோற்றுவிக்கும்.

தகுந்த அலைநீளம் கொண்ட ஒளியால் கிளர்வுறுத்தப்படுகையில் பலவகையான திண்மப் பொருள்கள் ஒளிர்கின்றன. கிளர்வூட்டுவதற்கு எதிர்மின்முனைக் கதிர்களோ, பீட்டாக் கதிர்களோ பயன்படுத்தப்படலாம். கிளர்வுற்ற 10^{-8} நொடிகளுக்குள் ஒளி உமிழ்வு தோன்றிடின், இந்நிகழ்வு உடனொளிர்தல் எனப்படுகிறது. கிளர்வுற்ற தருணத்திலிருந்து 10^{-8} நொடிக்கு மேற்பட்ட கால இடைவெளி ஒளிர்தலுக்குத் தேவைப்படின், இந்நிகழ்வு நின்றொளிர்தல் எனப்படும். விளக்கொளியிலோ பகல் ஒளியிலோ திறந்து வைக்கப்பட்ட துத்தநாக சல்ஃபைடு ஒளித்தோற்றுவாய் அகன்ற பின்பும் சில நிமிடங்களுக்கு ஒளிரும். தொலைக்காட்சிக் குழாய்களின் வெண்மை ஒளி துத்தநாக சல்ஃபைடு-காட்மியம் சல்ஃபைடு கலவையின் அடிப்படையில் அமைந்தது. அருமண் உலோக ஆக்சைடான (rare earth metal oxide) இட்ரியம் ஆக்சைடும் இவ்வகையில் சிறந்தது. இவ்வாக்சைடை யூரோபியம்

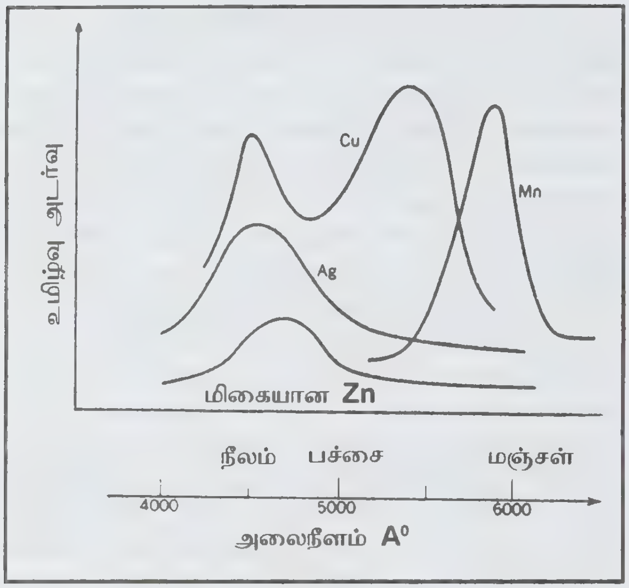


படம் 1

ஆக்சைடுடன் (Eu_2O_3) 65:4 என்னும் விகிதத்தில் கலந்து வனேடியம் சேர்மங்களையும் சேர்த்து உருவாக்கப்படும் ஒளிப்பொருள் சிவப்பு நிறத்தைத் தருகிறது.

கிளர்வு நிலையிலிருந்து இயல்பான தாழ் ஆற்றல் நிலைக்குத் தாவும்போது ஒரு திண்மப் பொருள் ஆற்றலை அப்படிகத்தின் அணுக்களுடன் அதிர்வுநிலை மாற்றத்தின் மூலம் வெப்பமாக உமிழலாம் அல்லது ஒளி வடிவில் உமிழலாம். பெரும்பாலான படிகங்கள் தூய நிலையில் ஒளிர்வதில்லை. கிளர்வூட்டிகள் (activators) எனப்படும் மாசு அணுக்களைப் புகுத்துவதால் மட்டுமே நின்றொளிர்தலை நிலைநிறுத்த இயலும். கிளர்வூட்டி வகை அணுவின் வெளிச்சுற்று எலெக்ட்ரான்களுள் ஒன்று ஒளித் துகளின் தாக்கத்தால் உயர் ஆற்றல் மட்டத்தை அடைகிறது எனக் கொள்ளலாம். அது மீண்டும் தாழ் ஆற்றல் நிலைக்குத் திரும்பும்போது வெளியிடப்படும் ஒளியின் ஆற்றல் படுகதிரின் ஆற்றலைவிடக் குறைவாக இருக்கும். அதாவது, அலைநீளம் கூடுதலாக அமையப் பெற்றிருக்கும். இதனைப் படம் 1 விளக்குகிறது. ஒளி உறிஞ்சப்பட்டவுடன் B-B' எனும் மாற்றம் நிகழ்கிறது. கிளர்வுற்ற நிலையில் எலெக்ட்ரானின் ஆர்பிட்டால் விரிவடைந்துள்ளமையால் வெப்பச் சமநிலையடைந்து A' என்னும் நிலைக்குப் பாய்கிறது. இங்கிருந்து அடிநிலைக்குத் தாவும்போது A' - A எனும் ஒளி ஆற்றல் உமிழ்வு நிகழ்கிறது. $(A'-A) < (B' - B)$, $EB' - EA'$ மற்றும் $E_A - E_B$ எனும் மிகுதி ஆற்றல்கள் வெப்பமாகச் சிதறுகின்றன. வெளிவிடப்படும் ஒளியின் ஆற்றல் தாழ் ஆற்றல் மற்றும் கிளர்நிலைகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவைப் பொறுத்தது. இத்தொலைவு கிளர்வூட்டி அணுவின் தன்மையைப் பொறுத்தது. கிளர்வூட்டி அணுவின் பங்கு அப்படிகத்தில் அவ்வணுவின் நிலையைப் பொறுத்தது. அகப் படிகத்தில் (host crystal) கிளர்வு அணு பிற அணுவைப் பதிலீடு செய்து அமர்ந்திருந்தால், அதன் செயல்பாடு பிற அணுக்களுக்கு இடைப்பட்ட துளைகளில் (interstitial spaces) இருப்பதினின்று வேறுபட்டிருக்கும். எவ்வாறாயினும், மின்னேற்றச் சமம் நிலவுதல் கட்டாயத் தேவையாகும். சில நேரங்களில் இந்நோக்கத்துடன் கிளைக் கிளர்வூட்டிகள் (coactivators) சேர்க்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ZnS உடன் Ag^+ அயனி சேர்க்கப்படுகையில், வெள்ளி அயனியின் அளவு S^{2-} அயனிகள் அகற்றப்பட்டு உருவாக்கப்பட வேண்டிய காலியிடங்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தது. சல்ஃபைடு அயனிகள் குளோரைடு அயனிகளில் பதிலீடு செய்யப்பட்டால், வெள்ளி அயனியின் செறிவை உயர்த்த இயலும். கிளைக் கிளர்வூட்டிகளுக்குப் பதிலாக அகப்படிகத்தை உருவாக்கும்போதே ஒற்றை இணைதிறனும் மூன்று இணைதிறனும் கொண்ட நேர்மின் அயனிகளைச் சம அளவுகளில் புகுத்தியும் மின்னேற்றச் சமத்தைத் தோற்றுவிக்கலாம்.

துத்தநாக சல்ஃபைடு வகை நின்றொளிர் பொருள்கள் தாமிரம், வெள்ளி, மாங்கனீஸ், மிகையளவு துத்தநாகம் ஆகியவற்றால் எவ்வாறு கிளர்வூட்டப்படுகின்றன என்பதைப் படம் 2 சுட்டுகிறது. புற ஊதாக் கதிர்களைப் பாய்ச்சும்போது ஈரிணைத்திறன் கொண்ட துத்தநாக அணுக்களை அதே இணைதிறன் கொண்ட மாங்கனீஸ் அயனிகள் பதிலீடு செய்து மஞ்சள் நிற ஒளியை உமிழ்கின்றன.

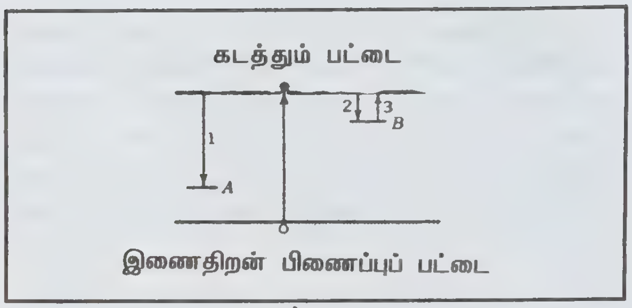


படம் 2

படிக உள்ளமைப்புகளில் அமைந்துள்ள வெற்றிட இருக்கைகளின் விளைவாகத் தடை செய்யப்பட்ட ஆற்றல் இடைவெளியில் (forbidden energy gap) எலெக்ட்ரான் நிலைமாற்றங்கள் தோன்றுவதற்கு Cu^{2+}, Ag^{+} அல்லது Zn அணு புகுத்தப்படுதல் காரணமாகிவிடின், நீலநிறம் தோன்றும். துத்தநாக அணுக்களைத் தாமிர அணுக்களால் பதிலீடு செய்தால் பச்சை நிற ஒளிப்பிழம்பு தோன்றும்.

நின்றொளிர்தலின் இயங்குமுறை கீழ்க்காணுமாறு அமைந்துள்ளது (படம் 3). துத்தநாக சல்ஃபைடில் Ag^{+} அயனியைப் புகுத்துவதால் A எனும் கிளர்வூட்டி நிலை உருவாவதாகக் கொள்ளலாம். படிகத்தின் மீது பாய்ச்சப்படும் ஒளிர் கதிரினால் எலெக்ட்ரான் துளை இரட்டைகள் உருவாகின்றன. இவ்வாறு கடத்தல் பட்டையில் தோன்றும் எலெக்ட்ரான் A நிலைக்குப் பாதை-1 வழியே திரும்பலாம். இந்நிகழ்வுக்கு ஏற்றவாறு வண்ண ஒளி வெளியாகும். மாறாக, கிளைக் கிளர்வூட்டு மையமான (படிக வெற்றிருக்கைகள் அல்லது எதிர்மின் அயனிகள்) Bஐ நோக்கிப் பாதை-2 வழியே எலெக்ட்ரான் சென்றடையுமாயின் ஆற்றல் வெப்ப உருவில் சிதறிப்போகும். எனவே, வெற்றிடம் எலெக்ட்ரான் அடைப்புப் பகுதியாகிறது. இதனுடன் விளைவாகும் துளை A ஆல் பிடிக்கப்பட்டு ஒளிவழி எலெக்ட்ரானை ஏற்று, கடத்தல் பட்டையை அடைகிறது.

கிளர்வூட்டும் ஒளித்தோற்றுவாயை அகற்றிய பின்பும் மறையாத ஒளியின் அடர்த்தி ஒளிர்தல் இயக்கம் தேய்வுறும் விரைவைப் பொறுத்ததாகும். ஒரு குறிப்பிட்ட தருணத்தில் கடத்தல் பட்டையில் இடம்பெறும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையையும் அவற்றின் வாழ் காலத்தையும் பொறுத்து நின்றொளிர்வு அடர்த்தி அமையும். கடத்தல் எலெக்ட்ரான் நிலை Aஐ அடைவதற்கான நிகழ்தகவு ஒரு நொடிக்கு 1/T எனக் கொள்ளலாம். A என்னும் நிலை ஒரு கிளர்வூட்டி அணுவின் அடிநிலையைக் குறிப்பிடுமாயின், அதன் வாழ்காலம் அதே போன்ற பிற நிலைகளின் எண்ணிக்கையையோ, வெப்பநிலையையோ பொறுத்திராது. எந்தவொரு தருணத்திலும் ஒளிர்தல் அடர்த்தி (I) உமிழப்படும் ஒளித் துகள்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாகும். இது கடத்தல் எலெக்ட்ரானின் எண்ணிக்கைக்கும் (N) நிகழ் தகவுக்கும் (1/T) உள்ள பெருக்கற்பலன் என அறியப்பட்டுள்ளது.



படம் 3

$$I = \frac{N(t)}{T} = -\frac{dN(t)}{dt}$$

ஆகவே, $Ln\ N(t) = Ln\ No - \frac{t}{T}$; $N(t) = No\ e^{-t/T}$

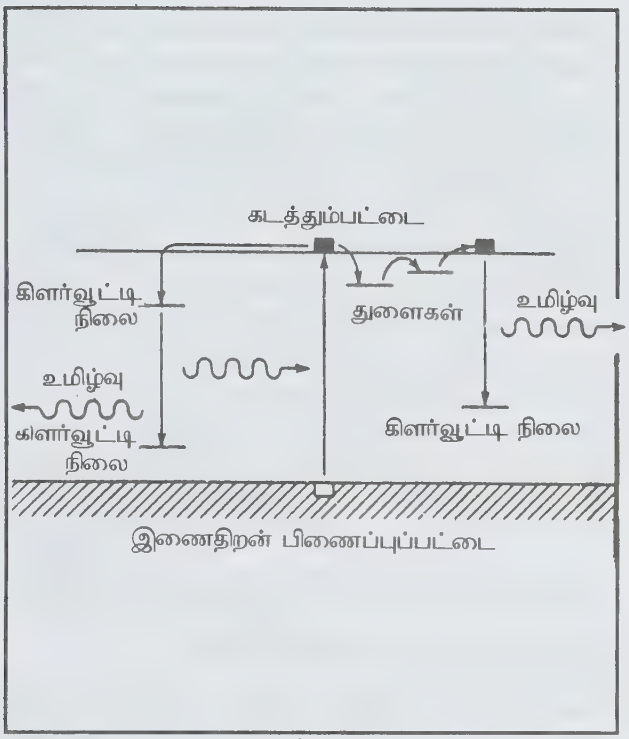
இங்கு No என்பது கிளர்வு ஒளித் தோற்றுவாயை அகற்றியவுடன் நிலவும் கடத்தல் எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கை.

$$I = Io\ e^{-t/T}$$

இங்கு Io = தொடக்க ஒளி அடர்த்தி; நடைமுறையில், படிகங்களில் ஒளிர்தல் காலம் 10^{-8} நொடியிலிருந்து சில நிமிடங்கள் வரை நீடிக்கிறது. தாலியம் அயனிச் செருகல்களினால் கிளர்வூட்டப்பட்ட கார உலோக ஹாலைடுகளில் ஒளிர்தல் காலம் நீண்டுக் காணப்படுகிறது. B போன்ற எலெக்ட்ரானை ஏற்கும் மையங்களே இதற்குக் காரணமாகவுள்ளன. அடைப்பட்ட எலெக்ட்ரானின் சராசரி வாழ் காலம் T_B எனவும், கடத்தல் பட்டையின் அடிப்பகுதிக்கும் B நிலைக்கும் இடைப்பட்ட தொலைவு E எனவும் கொண்டால் ஆற்றல் மாற்றம் 3இன் தகவு (2) என்றாகும்.

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_B} e^{-E/kT} \quad .... (2)$$

B போன்ற மையங்களில் அடைப்படும் எலெக்ட்ரான் ஒளிர்தலில் பங்கேற்க வேண்டுமாயின் கடத்தல் பட்டையை



படம் 4

அடைய வேண்டும். மாற்றம் 1 இன் தகவு மாற்றம் 2 இன் தகவைவிடக் கூடுதலானால் ஒளிர்தலில் தொடக்க ஒளிர்தல் அடர்த்தி வெப்பத்தால் ஊக்குவிக்கப்படும் மாற்றம் 3 இன் வேகத்தின் சார்பலனாகும்.

சமன்பாடு 2 ஐச் சமன்பாடு 1 இல் பதிலீடு செய்தால், நின்றொளிர்தலின் வெப்பநிலைக்குச் சார்பு தெரியவரும்.

$$I(t) = \left[\frac{No}{T_B} e^{-E/kT}\right] \exp\left[-\frac{t}{T_B} e^{-E/kT}\right]$$

இச்சமன்பாட்டிலிருந்து பின்வரும் உண்மை தெளிவாகும். வெப்பநிலை 0^0K ஐ நெருங்கையில் (T/O^0 K) ஒளிர்தல் அடர்த்தி விரைவாகக் குறைந்துவிடுகிறது. B போன்ற எலெக்ட்ரான் பிடிப்பு மையங்களினின்றும் எலெக்ட்ரான்களை விடுவிக்கும் வேகம் குறைவதே இதற்குக் காரணமாகும். படிகத்தை மீண்டும் சூடுபடுத்தும்போது மாற்றம் 3 க்குத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலை அளக்கவியலும்; கிளர்வூட்டிகளின் ஆற்றல் மட்டங்கள் படம் 4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

காட்மியம் சல்ஃபைடு (cds) போன்ற சில படிகங்களில் புறக் கிளர்வூட்டிகள் சேர்க்கப்படத் தேவையில்லை. விகிதவியலுக்கு ஒவ்வாத இயைபு கொண்டிருந்தமையால் தன்கிளர்வுக்கத்திற்கு உள்ளாகின்றன. தடுக்கப்பட்ட ஆற்றல் இடைவெளியில் ஆற்றல் மட்டங்களைப் புகுத்தவல்ல படிக உள்ளுறை வெற்றிடங்களே இதன் கிளர்வுக்கத்திற்குக் காரணமாகின்றன. ஆந்த்ரசீன் போன்ற கரிமப் பொருள்கள் நாஃப்தசீன் எனும் மற்றொரு கரிமப்பொருளால் கிளர்வூட்டப்படுகின்றன.

படிகங்களில் தோன்றும் பல்வேறு வகை ஒளிர்தல்கள் அவற்றைத் தோற்றுவிக்கப் பயனாகும் வழிமுறைகளின் அடிப்படையில் வகையிடப்படுகின்றன.

ஒளிவழி ஒளிர்வு (photoluminescene). இங்கு ஒளியை உறிஞ்சுவதால் கிளர்வு ஏற்படுகிறது. கதிர்வீச்சின் தோற்றுவாய் அகச்சிவப்பு, கட்புலனாகும் ஒளி, புற ஊதா மற்றும் எக்ஸ் கதிர் ஆகும். ஒளிர்வகை மின் விளக்குகளில் கண்ணாடிக் குழாயின் உட்புறச் சுவரில் ஒரு நின்றொளிர் பொருளின் பூச்சு அளிக்கப்படுகிறது. பாதரச மின்னிறக்கத்தால் புற ஊதாக்கதிர் தோன்றி, நின்றொளிரும் பொருள் மீது பட்டு, வெப்ப மேலீடின்றிக் கட்புலனாகும் ஒளியாக மாறுகிறது.

எதிர்மின்முனை வழி ஒளிர்வு (cathodoluminescence). நின்றொளிரும் பொருளை எதிர் மின் முனைக் கதிர்கள் அல்லது உயிர் ஆற்றல் எலெக்ட்ரான்களால் மோதச் செய்து இதனை நிகழ்த்தலாம். எதிர்மின்முனை கதிர்க் குழாய்கள், தொலைக்காட்சிக் குழாய்கள் ஆகிய அமைப்புகளில் இவ்வகை ஒளிர்தல் நிகழ்த்தப்படுகிறது.

மின்வழி ஒளிர்தல் (electroluminescence). மின் கடத்தாப் பொருள் மாறிலியின் (dielectric constant) மதிப்பை உயர்வாக அமையப் பெற்றதொரு மின்கடத்தா ஊடகத்தில் ஒரு நின்றொளிரும் பொருளை அமர்த்தி அதன் வழியே ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால் ஒளிர்தல் தோன்றும். ஒளிரும் பொருளிலுள்ள வளர்ந்தோங்கும் உயர் மின்புல வலிமை ஒரு கிளர்வு குவாண்டம் மையத்தை வெற்றிடமாக்குவதற்குப் போதுமானதாகும். இவ்வாறு கிளர்வூட்டப்பட்ட எலெக்ட்ரான் தன் தாழ் ஆற்றல் நிலைக்குத் திரும்பும்போது கட்புலனாகும் ஒளி உமிழப்படுகிறது. உமிழப்படும் ஒளியின் அதிர்வெண் புகுத்தப்படும் மின்புலத்தின் அதிர்வெண்ணுக்கும் மின்னழுத்தத்திற்கும் சார்பலனாகும். 400 வோல்ட் மற்றும் 3000 cps (ஒரு நொடிக்குத் தோன்றும் சுழற்சிகள்) ஆகிய நிலைகளில் உருவாக்கப்படும் ஒளிர்வு முகப்புகள் (panels) ஒரு முழு அறையையே ஒளிரச் செய்யவல்லன. தொலைக்காட்சிப் பெட்டிகளிலும் இவ்வகை ஒளிர்தல் உத்தியைப் புகுத்தி, சுவரில் தொங்கும் படத்தைப் போலத் தொலைக்காட்சிப் பெட்டியை அமைக்கலாம்.

வெப்பவழி நின்றொளிர்தல் (thermoluminescence). தொடக்கத்தில் வெப்பத்தால் எலெக்ட்ரான்கள் கிளர்வூட்டப்படுவதில்லையாதலால், இச்சொற்றொடர் பொருந்தாது. பல்வேறு வழியில் குறைந்த வெப்பநிலை

வரம்பில் எலெக்ட்ரான்கள் கிளர்வூட்டப்பெற்று, தடை செய்யப்பட்ட ஆற்றல் பகுதியில் சிக்கிவிடுகின்றன. குறைந்த வெப்பநிலைகளில் இவ்வாற்றல் மட்டங்கள் எளிதில் வெற்றிடமாவதில்லையாதலால் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு உயர்த்தப்படும் வரை ஒளிர்தல் நிகழாது. சூடுபடுத்தும்போது எலெக்ட்ரான்களால் உறிஞ்சப்படும் ஆற்றலளவை உமிழப்படும் ஒளியின் ஆற்றலுடன் தொடர்புறுத்திப் பார்க்க முடியுமாதலால் மாசுப் பொருள்களால் உருவாகும் குவாண்டம் நிலைகளை அளந்தறிதலுக்கு இத்தோற்றப்பாட்டினைப் பயன்படுத்தலாம்.

உரைகல் வழி நின்றொளிர்தல் (triboluminescence). குவார்ட்ஸ் பாறைக் கற்களைப் போன்ற இரு கடினமான மின்கடத்தாத் திண்மங்களை ஒன்றோடொன்று தேய்த்து ஒளிர்தலைத் தோற்றுவிக்கலாம்.

தொழிலக அளவில் முதன்மை வாய்ந்த ஒளிர்வுப் பொருள்களில் புற ஊதாக் கதிர்கள் உறிஞ்சப்பட்டுக் கட்புலனாகும் ஒளி உமிழப்படுகிறது. கிளர்வு, ஒளிதரும் பொருள்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுக்களாகச் சல்ஃபைடுகள், டங்ஸ்டேட்டுக்கள், சிலிக்கேட்டுகள், ஆக்சைடுகள், ஆந்தரசீன் போன்ற கரிமச் சேர்மங்கள் ஆகியன ஒளிரும் குழல்விளக்குகளில்(**fluorescent tubes**) உட்பூச்சாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பாதரச ஆவி மின்னிறக்கத்தால் தோற்றுவிக்கப்படும் புற ஊதாக்கதிர்களால் இப்பூச்சு கிளர்வுறுத்தப்படுகிறது. இவ்வகை விளக்குகள் டங்ஸ்டன் கம்பி விளக்குகளைப் போன்று ஏறத்தாழ 5 மடங்கு செயல்திறன் மிக்கவை.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நினைவிழப்பு

தலைக் காயங்களின்போது நினைவிழப்பு உண்டாகிறது. இது காயத்திற்குப் பின்னான நினைவிழப்பு (**post traumatic amnesia**), காயத்திற்கு முன்னான நினைவிழப்பு (**retrograde amnesia**) என இருவகைப்படும்.

தலையில் காயம் ஏற்பட்டவுடன், நோயாளி குழப்ப நிலையில் இருக்கலாம் அல்லது ஒரு சில நொடிகள் நினைவிழந்து இருக்கலாம். அதனால் மேல்மட்ட உளஞ்சார் பணிகள் நீண்டநேரம் பாதிக்கப்படலாம். இந்நிலையின்போது அவர் செய்யும் பணிகள் பின்னர் அவருக்கு நினைவில் இருப்பதில்லை. இதையே, காயத்திற்கு முன்னான நினைவிழப்பு என்பர்.

காயம் ஏற்படுவதற்கு முன் நடந்த நிகழ்வு, நினைவிற்கு வராமல் இருந்தால் அதைக் காயத்திற்கு முன்னான நினைவிழப்பு எனலாம். அதாவது, விபத்தில் சிக்கியவர், விபத்திற்கு முன்பு தான் நீண்ட நேரம் வாகனத்தை ஓட்டி வந்ததை மறந்துவிடுகிறார். இது சில நொடிகள் நீடிக்கலாம்.

நினைவிழப்பு நிலை, ஹிஸ்டீரியா என்ற நோய் நிலையிலும் ஏற்படலாம். நோயாளி அங்கும் இங்குமாகத் தம்மை மறந்து திரிந்து கொண்டிருப்பார். நினைவு திரும்பும்போது, தான் அலைந்ததைப் பற்றிய நினைவே இராது. இதில் பார்வை நினைவிழப்பும் அடங்கும். இந்நிலையில் தமக்கு முன்பே தெரிந்த பொருள்களையே அடையாளம் கண்டுகொள்ள முடியாது. தெரிந்த சொற்களைக் கூட நோயாளியால் நினைவிற்குக் கொண்டு வர முடியாது.

- அ. கதிரேசன்

நீடித்த இதய உறை, நீர்க்கோத்தல்

இதய உறை அல்லது இதயச் சுற்றுப்பை அழற்சியால் (pericarditis) இதய உறை நீர்க்கோத்தல் (chronic pericardial effusion) ஏற்படலாம். சில சமயங்களில் சேர்க்கும் நீரின் அளவு மிகையாக அமையும்போது சிரையியத் திருப்பத்தையே (venous return) தடுத்து இதயத்தை நெறிப்பிற்கு (cardiac temponade) உள்ளாக்கக் கூடும்.

இதய உறை அழற்சி என்பது உள்ளுறுப்புப் படல (visceral) அல்லது புறத்திய (parietal) இதய உறைப் பகுதிகளில் ஏற்படும் அழற்சியாகும். இது தனியாகவோ இதயத் தசை பற்றிய நோயுடன் (myocardial disease) இணைந்தோ காணப்படும்.

நோய்க்காரணம். இதயத் தசையழற்சி போலவே இதய உறையழற்சியும் பல்வேறு காரணங்களால் உண்டாகலாம். தொற்றுநோய் மாற்றிடமேறிய புற்று (metastatic heoplasms) அல்லது தன்தோன்றியாகவும் (idiopathic) உண்டாகலாம்.

பொதுவாக இதயப் புறம்பு நோய்கள் (extra cardiac diseases) (எ-டு: நுரையீரலைப் பற்றும் தொற்றுநோய்) மண்டலிய நோயின் ஒரு பகுதி (systemic illness), எ-டு: மண்டலிய முருடு (lupus) ஆகியனவும் காரணங்களாக அமைய வாய்ப்புண்டு.

புலன் மருத்துவக் குறியீடுகள். இதய உறை அழற்சியை நோய்க் கூறாய்வு (autopsy) செய்யும்போது தற்செயலாகக் காண நேரிடுகிறது. இது மிகக் கடுமையான

வலி இதயத்தசைக் குருதி நலிவைப்போல் (stimulate myocardial infarction) ஒரு மாயத் தோற்றத்தை உண்டாக்கிட முடியும்.

நோயியல் (pathology). இதய உறை அழற்சி, அழற்சியின் அமைப்பை ஒத்து வடிவவியல் பெற்று விளங்கலாம்.

நாரமைப்பு அழற்சி. இவ்வகையில் நுண்மணிய (granular) நாரியத் திட்டு காணப்படும். வாதக் காய்ச்சல் (rheumatic fever), யூரிய குருதி (uremia) அல்லது முருடு இவற்றினால் இது விளையக்கூடும்.

சீழ்த்த அழற்சி (purulent). இது பாக்டீரியா, பூசணம் இவற்றின் தாக்குதலினால் விளைவது.

பாலாடைக் கூழ்ம நசிவு (caseous necrosis). இது காசநோய்த் தாக்குதலைக் குறிக்கும்.

குருதி ஒழுக்கு (haemorrhage). இது மாற்றிடமேறிய புற்றைப் பற்றிக் குறிப்பது.

- இரா. தனஞ்செயன்

நீடித்த ஈரல் அழற்சி

இந்நோய்நிலை ஆறு மாதத்திற்கு மேல் நீடித்து ஈரல் நசிவு அழற்சி (hepatic necro inflammation) உண்டாக்கும் அமைப்புடைய சிலவகை நோய்களில் ஏற்படுவது. அழற்சியின் உட்பரவு (inflammatory infiltrate) அமைப்புகளில் வடிநீர்ச்செல்களைப் (lymphocytes) பெரும்பான்மையாகக் காணலாம்.

நீடித்த ஈரல் அழற்சி பொதுவாக வைரஸ், மருந்துப்பற்று (drug abuse), தன் தடுப்பாற்று இயக்காறு (autoimmune mechanisms) ஆகியவற்றால் விளையும் ஈரல் அழற்சி வகைகளைக் குறிக்கும். ஆனால் பிறவகை நோய்கள் முதற்படி பித்த ஈரல்கடினம் (primary biliary cirrhosis), முதற்படி நாள அடைப்புப் பித்தக்குழல் அழல் (primary sclerosing cholangitis), வில்கன் நோய், α-டிரிட்சின் எதிர்ப்பொருள் இராமை, சிலவகை ஆல்கஹாலிய ஈரல்நோய் என்பவையும், சில நேரங்களில் நீடித்த ஈரல் அழற்சியின் புலன் மருத்துவ நோயியல் வரையறைகளை (clinico pathologic definitions) எய்துவதுண்டு.

வகைப்பாடு. நீடித்த ஈரல் அழற்சியை வடிவவியல் அமைப்புகள் (morphologic features), காரணவியல் (etiology) இவற்றின் அடிப்படையில் நோயியலார் வகைப்படுத்துவர்.

அமைப்பு அடிப்படைப் பிரிவுகள். இவை நுண்ணோக்கியின் மூலம் காணும் செல் நோயியல் பண்புகளை (histopathologic features) அடிப்படையாகக் கொண்டவை.

நீடித்த நாட்பட்ட ஈரல் அழற்சி (chronic persistant hepatitis). இவ்வகையில் வடிநீர்ச்செல் அழற்சியின் உட்பரத்திகள் (lymphocytic inflammatory infiltrates), வாயில் தடம் (portal tract) வரையே அமையும். நார்மாற்றம் (fibrosis) நுண்வளை அழற்சி (lobular inflammation), நசிவு (necrosis) ஆகியன மிக மிகக் குறைவாகவே காணப்படும்.

நீடித்த நுண்வளை ஈரல் அழல் (Chronic lobular hepatitis). இவ்வகையில் வாயிலிய (portal) மற்றும் சுற்றுவாயிலிய (periportal) அழற்சி, திட்டு திட்டாகச் செல் நசிவுகளுடன் அமையும். ஈரல் செல்லிய அழிவு மற்றும் நசிவு வரையறுப்பு தட்டு நிலையில் ஏற்படுகிறது. பாதிக்கப்பட்ட செல்கள் வீக்கம் கொண்டு அல்லது சுருங்கிக் காணப்படும். அழற்சி உட்பரத்திகள், குறிப்பாகச் சுற்றுவாயிலிய உறுப்பு வரிச் செல்களில் (periportal parenchymatous cells) பெரும்பகுதியை மாற்றி அவ்விடத்தைப் பற்றிக் கொள்கிறது. எனவே புதிதாக ஏற்படும் கொல்லாஜின் நூல்கள் நுண்வளையங்களில் வாயிலியத் தடத்தைக் காணுங்கால் அது ஒரு நட்சத்திரத் தோற்றத்தை அல்லது மாப்பிள் (mapple) இலை அமைப்பைத் தரும்.

பல நோயாளிகளில் வாயில்-வாயில் (portal-portal) மற்றும் வாயில் நடுமை (portal-central), நார்மப்பிரிப்பு (fibrous septa) இவை உண்டாகின்றன. மேலும் பல சுரப்புச் செல் நசிவு (multi acinar necrosis), ஈரல் கடினம் ஆகியவையும் இவர்களில் பெருன்பான்மையாகக் காணப்படும்.

காரணவியல் பகுப்பு

ஈரல் அழற்சி வைரஸ்கள் உண்டாக்குவன. ஈரல் அழற்சி B, ஈரல் அழற்சி D யும், A யும் இரா வைரஸ்கள் நீடித்த ஈரல் அழற்சியைத் தோற்றுவிக்கக்கூடும். நீடித்த நாள்பட்ட ஈரல் அழற்சியை உண்டாக்கும் B வைரசால் தாக்கப்பட்ட நோயாளிகளின் ஈரல் செல்களின் நியூக்ளியங்கள் (hepatocyte nuclei) ஈரல் அழற்சி B வைரஸ்களின் டீஆக்சி ரிபோநியூக்ளியிக் அமிலங்களுடன் இருக்கும். இவை புற உடலங்கொண்டோ (episomal form) நோயாளியின் செல் நியூக்ளியசின் டீஆக்சி ரிபோநியூக்ளியிக் அமிலங்களுடன் இணைந்தோ காணப்படுவதற்கு வாய்ப்புகள் உண்டு.

நோயாளியின் நியூக்ளியிக் அமிலங்களுடன் இணைந்த பகுதிகள், புற உடலங்கொண்ட ஈரல் அழற்சி வைரஸ்கள் ஆகியன ஊனீரில் நோயிருக்கும் குறியீடுகள் (serum

makers) மறைவதற்கு அல்லது காட்டுவதற்குக் காரணமாகின்றன. ஈரல் செல்கள் புகைக்கண்ணாடிச் செல்சோறு (ground glass cytoplasm) அல்லது மணல்துகள் நியூக்ளியங்கள் (sanded nuclei) கொண்டு இலங்குவதே ஈரல் அழற்சி B வைரஸ்களின் எதிர்ச்செனிகளைச் (HBs Ag & HBC Ag) சுட்டிவிடும். இவை நீடித்த ஈரல் அழற்சி B வைரஸ் தொற்றுநோயைச் சுட்டும் வடிவவியல் அடையாளங்களாம்.

தன் தடுப்பாற்று அல்லது முருடு இவற்றை இயக்காறுகளாகக் கொண்டவை. இவ்வகைகளின் காரணவியல் மிகத் துல்லியமாகத் தெரியவில்லை. இவற்றிற்குத் தன் தடுப்பாற்று இயக்காறே அடிப்படை என்பதைப் பின்வரும் காரணங்கள் தெளிவாகச் சுட்டுகின்றன. இந்நோயாளிகளின் உடல் ஊனீரில் தன் எதிர்ப்பொருள்கள் (serum autoantibodies) மிகுந்து காணப்படுகின்றன. தன் எதிர்ப்பொருள்கள் ஈரலை மட்டும் தாக்காமல் வேறு வகை (பல) உறுப்புகளையும் தாக்கும் வன்மை கொண்டவை. இவ்வகை வெளி ஈரல் பற்றிய வெளிப்பாடுகள் (extra hepatic manifestations) இந்நோயாளிகளிடம் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. இந்நோய்கள் பெண்களையே பெரும்பாலும் தாக்குவது கூட மற்றொரு சான்றாகக் கூறலாம்.

பிளாஸ்மா செல்கள் அழற்சியின் உட்பரத்தலில் மிக அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இவ்வகை நோய்கள் கார்ட்டிகோஸ்டீராயிட் மருத்துவத்திற்கு எளிதில் குணம் காணுவதும் பிறிதொரு சான்றாகும்.

மருந்துகள் உண்டாக்கும் நீடித்த ஈரல் அழற்சி வகை. நைட்ரோபியூரன்டாயின் ஆல்ஃபாமெத்தில் டோபா, ஐசோநியாசிட், ஆக்சிஃபெனிசேட்டின் ஆகிய பலவகை மருந்துகள் நீடித்த வகை ஈரல் அழற்சியை உண்டாக்கக்கூடும். இம்மருந்துகள் வெவ்வேறு மருந்தியல் செயல்வன்மைகளைக் கொண்டவை.

நோயின் புலன் மருத்துவக் குறியீடுகள்

நீடித்த ஈரல் அழல் B வைரஸ் தொற்றுநோய். இதை ஆராய்ந்து அறிவது சற்றுக் கடினம். நாட்பட்ட பிறகே நோய்த் தாக்கியுள்ளமை தெரிய வரும். பசியின்மை, வயிற்றுவலி, பேரீரல் (hepatomegaly) பெரும்பிளகம் (splenomegaly) , மகோதரம் (ascites), உணவுக்குழலில் சிரைகள் சுருண்டு குருதிக்கசிவு ஆகியன நோயாளிக்குத் தோன்றி ஓரளவு இந்நோய் பற்றிய ஆய்வை நடத்த மருத்துவரைத் தூண்டும். சரும அழற்சி (rash), குருதிக் குழல் மைய அழற்சி (vasculitis), மூட்டழற்சி ஆகியன வெளி ஈரல் வெளிப்பாடுகளாகத் தோன்றும். இவை ஈரல் அழற்சி வைரசின் எதிர்ச்செனி எதிர்ப்பொருள் தடுப்பாற்றுச் சேர்க்கையினால் விளைபவை. ஊனீர் அமீன் மாற்றும் நொதிகளின் (serum transaminase), அளவைகள் அதிகரித்து HBs Ag எதிர்ச்செனி ஊனீரில் தோன்றுவது இந்நோயை அறுதியிட உதவும் முக்கிய அறிகுறியாகும். ஆனால் HBs Ag எதிர்ச்செனி ஊனீரில் தோன்றாமை கூடப் பல நீடித்த ஈரல் அழற்சி வைரஸ் தாக்கிய நோயாளிகளுக்கு ஏற்படுவதுண்டு. ஈரல் அழற்சி D வைரசும் (HDV) முன்னரே நீடித்த ஈரல் அழற்சி வைரஸ் தாக்கியுள்ள நோயாளியை இணைந்து தாக்கும்போது நோயின் கடுமை அதிகரித்துப் புலன் மருத்துவ வழியாகவும், ஈரல் வடிவமைப்பு மாற்றத்தின் வாயிலாகவும் உடன் வெளிப்படுத்தப்படும்.

நீடித்த Aயும், Bயும் இரா வைரசினால் ஏற்படும் ஈரல் அழற்சி. இத்தகு ஈரல் அழற்சி உணர்குறிகளைத் தோற்றுவிக்காவிடினும் 20% நோயாளிகளின் ஈரல் கடினமாகி விடுவதுண்டு.

தன் தடுப்பாற்று வினையால் நேரிடும் நீடித்த ஈரல் அழற்சி. இந்நோய் மறைந்தே அமைந்து, விரிவுபெற்றுத் திடீரெனத் தாக்குங்கால் அது ஈரல் அழற்சி வைரஸ் தாக்குதலோ ஏனும் ஐயத்தை உண்டாக்கக்கூடியது.

குருதி மிகு காமா குளோபுலின் நிலை (hyper gamma globulinemia). இந்நிலை தடுப்பாற்று இயல்மூலம் ஏற்படும் நோய்களுடன் இயைந்து விளங்குவது.

எதிர் நியூக்ளிய எதிர்ப்பொருள்களும் (antinuclear antibody-ANA), எதிர் முருடில்லாத் தசை எதிர்ப்பொருள்களும் (anti smooth muscle antibody-ASMA). பொதுவாக இவ்விரண்டு வகை எதிர்ப்பொருள்களும் ஊனீரில் அதிக முறிவு அளவாக (high titer) இலங்கி, பயனாகும் அறுதியீட்டுக் குறியீடாக (diagnostic markers) விளங்கும். ஆனால் சிற்சில நோயாளிகளில் (தன் தடுப்பாற்று நீடித்த ஈரல் அழற்சியை உடையவர்கள்) இவ்விரு வகை எதிர்ப்பொருள்கள் இராமையை அண்மை ஆய்வுகள் சுட்டியுள்ளன. இந்நோயாளிகளில் சிலரிடம் செய்முருடு வினைவண்ணம் (positive lupus erythematosus) விளங்குவதைக் காணலாம்.

மருத்துவம். பொதுவாக நீடித்த ஈரல் அழற்சி, நீடித்த நுண்வளை ஈரல் அழற்சி (chronic lobular hepatitis) ஆகியவற்றை உடையவர்களுக்குத் தனித்த மருத்துவம் தேவைப்படாது. அது மிகவும் குறைந்த விழுக்காட்டிலேயே நீடித்த முனைப்பு ஈரல் அழற்சியாக (chronic active hepatitis) மாறிட வல்லது. மாறுமானால் ஈரல் திறனிழப்பு, ஈரல் கடினம் ஆகியன ஏற்பட்டு மரணம் விளையும்.

நீடித்த ஈரல் அழற்சி B வைரஸ் தொற்று உடையவர்களுக்குத் தற்போது புழக்கத்தில் உள்ள மருந்துகளாவன: இன்டர்ஃபெரான், அடினோசைன் சரபினோசைடு (ARA-A), அசைக்ளோவீர் ஆகியன. கார்ட்டிகோஸ்டீராய்டு மருத்துவப் பயனை உறுதியாகக் கூற இயலவில்லை.

தன் தடுப்பாற்று நீடித்த ஈரல் அழற்சி உடைய நோயாளிகளுக்குக் கார்ட்டிகோஸ்டீராய்டு நற்பயனை நல்கவல்லது. உணர்குறிகளிலும் (symptoms) ஊனீர் ஈரல் நொதி அமைப்பிலும் உடனே நன்மாற்றங்களை நல்கிடவல்லது. ஆனால் ஈரல் கடினம் இம்மருத்துவத்திற்குப் பிறகும் விளைவது பெரும் இடர்ப்பாடாகும்.

மருந்தினால் தோன்றும் நீடித்த வகை ஈரல் அழற்சிக்குத் தனியான மருத்துவம் தேவையில்லை. ஈரல் அழற்சியை உண்டாக்கும் மருந்தை ஒதுக்குவதே பெரும்பயன் அளிக்கும்.

- இரா. தனஞ்செயன்

நீடித்த கணைய அழற்சி

இந்நோயால் பாதிக்கப்படும் ஆண் பெண் விகிதம் 4:1 ஆகும். பெரும்பாலும் 40 வயது கடந்தோரிடையே இந்நோய் காணப்படுகிறது.

நீடித்த கணைய அழற்சியால் நோயாளி பாதிக்கப்பட்ட பின்னரும் கணையத்தில் இதன் தாக்கம் தெரிவதில்லை. பின்னர் கணையம் பெரிதாகிறது. அழற்சியால் ஏற்பட்ட சுருக்கத்தால் (sclerosis) கணைய நாளங்கள் திசைமாறி விரிந்து கணையம் கல் போல் மாறுகிறது. கணைய நாளங்களுக்குள் 2 மி.கி.-200 கி வரை எடையுள்ள கற்கள் தோன்றுகின்றன. கணைய நாளங்களில் ஜல்லி போன்ற, புரதச்சத்து மிகுந்த நீர்மம் சுரந்து கணையத்தை அடைத்து நீர்க்கட்டிகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. மொத்தத்தில் இந்நோய் கணையத்தை முழுதும் பாதித்துத் தமனி, போர்ட்டல் சிரை, மண்ணீரல் சிரை (spleenic vein), நிணநீர்க் குழாய்கள் (lymphatic channels), பித்தக் குழாய் (bile duct), குறுக்குப் பெருங்குடல் (transverse colon) இவற்றில் சுருக்கத்தை உண்டாக்குகிறது.

மது அருந்தும் பழக்கமும் அதைத் தொடர்ந்து புரதச்சத்து, கொழுப்புச் சத்து மிகுந்த உணவும் இதை அடிக்கடித் தோற்றுவிக்கும் மூல காரணங்கள் ஆகும். கணையம் பாதிக்கப்படுவதன் உண்மையான காரணம் அறியப்படவில்லை. மது கணைய நீரின் அளவையும், தன்மையையும் மாற்றுகிறது. புரதச்சத்துக் கட்டிகள் கணைய நாளங்களை அடைக்கின்றன. அடிபடுவதால் ஏற்படும் அடைப்பு, கணைப்புற்று, பாராதைராய்டு சுரப்பிகளின் மீச்செயல் திறன், பரம்பரைக் கணைய அழற்சி, பிறவிக்குறை, குழந்தைகள் உணவில் சத்துக் குறைவு போன்ற காரணங்களும் உண்டு.

கேரள மாநிலத்தில் மரவள்ளிக் கிழங்கை மிகுதியும் உணவில் சேர்ப்பதால், இந்நோய் தோன்றுவதாக அறியப்பட்டுள்ளது. இவ்வகைக் கேரள நோயில் புற்றுநோய் தோன்றுவதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

அறிகுறிகள். வயிற்றின் மேல் பகுதியில் ஏற்படும் வலி, முதுகெலும்பை நோக்கிப் பாயும். வல, இடப் புறங்களிலும் இது செல்லலாம். மது அருந்துவது வலியைச் சில சமயங்களில் அதிகரிக்கும். உடல் இளைப்பு, உணவு செரியாமை, நீரிழிவு நோய் இவை பின் விளைவுகளாகும். மஞ்சள் காமாலை, கணையக்கட்டி, கணையப் புற்று ஆகியனவும் தோன்றக் கூடும்.

நோயறி முறை. ஊனீரில் (serum) அமைலேஸ் என்னும் நொதி, நோயால் வலி தோன்றும்போது மிகுதியாகிறது. செக்ரிட்டின்-பேன்கிரியேசைமின் என்னும் நொதி நீர்மத்தை உடலில் உள் செலுத்தினால் ஊனீர் மைலேஸ் அதிகரிக்கிறது. பித்தக் குழாயில் உள் நோக்கியைப் பின் வழிச் செலுத்திச் சேகரிக்கப்பட்ட கணைய நீரில் லேக்டோஃபெரின் என்னும் பொருள் மிகுதியாக உள்ளது. இது கணையத்தில் கற்கள் அல்லது சுண்ணாம்புச்சத்து மிகுவதைச் சுட்டுகிறது. வயிற்று ஊடுகதிர்ப் படம், கணையம் உள்ள இடத்தில் சுண்ணாம்புச்சத்து திரண்டுள்ளமையைக் காட்டும். மீயொலி வரைவு (ultrasound) கணைய வீக்கத்தையும் விரிந்த கணைய நாளங்களையும் சுட்டும்.

முப்பரிமாணக் கணிப்பொறிக் கதிர் வரைபடம் கணையத் தொடர்பற்ற ஏனைய காரணங்கள் கழலைப்புற்று (sarcoma) நிணநீர்க்கட்டிகள் (lymphdemapathy) இல்லை என்பதை உறுதி செய்யும். பின்வழி உள் நோக்கியால் எடுக்கப்படும் பித்த நாளக் கணையப் படம் (ERCP) அறுவை மருத்துவம் பயனளிக்கும் விவரத்தை உறுதிப்படுத்தும்.

மருத்துவம். மதுவை முழுதும் விலக்க வேண்டும். குறைந்த கொழுப்புச் சத்துள்ள உணவைக் கொடுக்க வேண்டும்; வலிக்கு வலிநீக்கி மருந்துகள் அளிக்கலாம்.

அறுவை மருத்துவம். மதுவை விலக்கியும் மருந்துகள் பயனளிக்காவிட்டால் மட்டுமே அறுவை தேவைப்படுகிறது. கணையத்தின் தலைப்பகுதி பாதிக்கப்படாமல் இருந்தால் கணையத்தின் பிற பகுதியை அகற்றலாம். கணையத்தின் தலைப்பகுதி மிகுதியும் பாதிக்கப்பட்டால், கணையத்தையும், முன் சிறுகுடலையும் அகற்றும் அறுவை முறை

(pancreatic duodenectomy) தேவைப்படும். அரிதாகக் கணைய நாளச்சுரப்பி அடைப்பட்டு மிகுதியாக விரிந்திருந்தால் கணைய நாள முன் சிறு குடல் இணைப்பு அறுவை (pancreatic jejunostomy) செய்யலாம்.

நோயின் முன் கணிப்பு. அறுவை மருத்துவத்தால் ஏறத்தாழ 75% நோயாளிகள் பயன் பெறுகிறார்கள். ஆனால் சர்க்கரை நோயும் வயிற்றுப் போக்கும் தொடரலாம். சில நோயாளிக்குக் கணையம் முழுதும் அகற்றப்பட வேண்டிய சூழ்நிலை உருவாகலாம். மதுவிலக்கை இறுதிவரை நோயாளி கடைப்பிடித்தால் பெரும்பயன் விளையும்.

- பி.கி. சிவராமன்

நீடித்த நோய்ப் பரவல்

ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில், வேறு எங்கிருந்தும் வராமல், ஒரு நோயோ நோய்க் காரணியோ நிரந்தரமாக இருப்பதையே நீடித்த நோய்ப் பரவல் (endemic) எனலாம். இது மலேரியா, பைலேரியா போன்றவற்றிற்குப் பொருந்தும். நீடித்து நோய் பரவும்போது, கொள்ளை நோயாகவும் (epidemic) மாறலாம். எ-டு: மலேரியா, டைஃபாய்டு, இளம்பிள்ளை வாதம், மீநுண்ணுயிர் ஈரல் அழற்சி. தெள்ளுப்பூச்சி மூலம் பரவும் டைடஸ் என்னும் காய்ச்சலும் ஒரு நிலைத்த நோயாகும்.

- மு.ப. கிருஷ்ணன்

நீடித்த மகப்பேறு

மகப்பேற்றின்போது பொதுவாகக் கருப்பைச் சுருக்கங்கள் படிப்படியாக அதிகரிக்கின்றன. முதல் கட்டத்தில் கருப்பைக் கழுத்து விரிவடைந்து, இரண்டாம் கட்டத்தில் குழந்தை வெளிவருகிறது. மகப்பேறு காலம் 12-24 மணி நேரத்திற்கு மேல் நீடித்தால் அதை நீடித்த மகப்பேறு (prolonged labour) எனலாம். இதனால் தாய்க்கும் சேய்க்கும் தீமை நேரிடலாம்.

இந்நிலையில் தாய், நீரிழப்பு நிலையை அடைவார்; மன உளைச்சல், வலி, தூக்கமின்மை ஆகியவை உண்டாகும். நீடித்த மகப்பேற்றின்போது கபால-கூபக முரண்பாட்டைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். குழந்தைக்குக் கருப்பையுள் ஆக்சிஜன் பற்றாக்குறை உண்டாகலாம். இதனால் பெருமூளைப் பாதிப்பு ஏற்பட்டுக் குழந்தை மரணமடையலாம்.

முனைப்பற்ற கருப்பைச் சுருக்கம், கபால-கூபக முரண்பாடு, குழந்தைகளில் பின் மண்டை பின்னோக்கி இருத்தல் ஆகியன நீடித்த மகப்பேற்றின் பொதுவான காரணங்களாக அமைகின்றன.

இத்தகையோரைத் தக்கவாறு கண்காணிக்க வேண்டும். யோனி ஆய்வு மூலம் குழந்தையின் தோற்ற வகையை அறுதியிட வேண்டும். எக்ஸ் கதிர் ஆய்வு மூலம் கபால-கூபக முரண்பாட்டை உணரலாம். இந்நிலையில் தாய்க்கு வலி நீக்கிகள் கொடுத்து உணர்வகற்றலாம். குழந்தையின் தலை பின்புற நிலையில் நீடித்து இருந்தாலும், குறுக்குக் கிடையாக இருந்தாலும், தவறான முன் தோற்றமாக இருந்தாலும், மிகப் பெரிய குழந்தையாக இருந்தாலும், மிகை நீர்மக் கபாலமாக இருந்தாலும் மகப்பேறு நீடிக்கிறது.

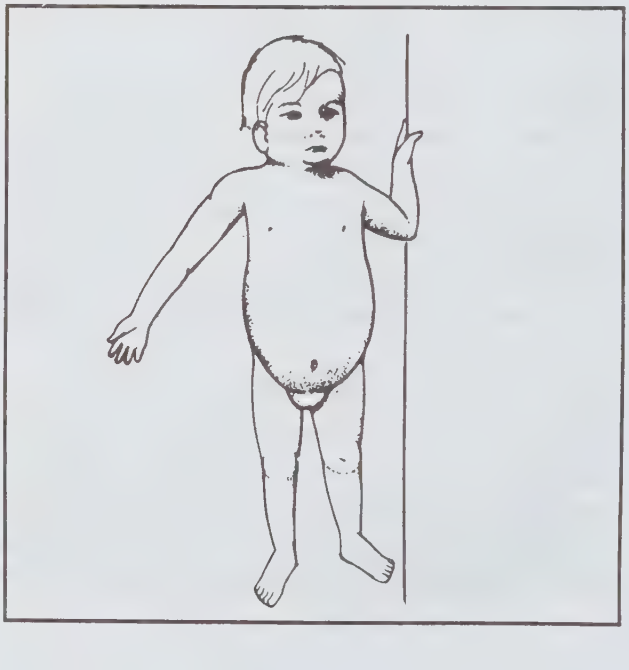
இடுக்கி, வெற்றிட உறிஞ்சல் முறை அல்லது கருப்பைத் திறப்பு முறை போன்றவற்றைப் பயன்படுத்திக் குழந்தையை வெளியில் எடுக்க முயல வேண்டும்.

- அ. கதிரேசன்

நீமன் பிக் நோய்

கொழுப்பு வளர்திசு மாற்றத்தால் ஏற்படும் இக்குறைபாடு, பிறவியில் பெறப்பட்ட நோயாகும். இதனால் மிகுதியான கொழுப்பு உடலின் பல்வேறு வரைப்பின்னல் திசுக்களில் (reticulo endothelial tissue) சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. குறிப்பாக யூதர் பரம்பரையில் மிகுந்து காணப்படும் இந்நோய் குழந்தைகளைப் பெரும்பான்மையாகத் தாக்கும். நோயின்போது ஈரல் வீர்த்துப் பெரிதாகி இருப்பதுடன் வளர்ச்சி குன்றியும் காணப்படும்.

என்பு மஜ்ஜையை ஊசிமூலம் உறிஞ்சி எடுத்துத் திசு ஆய்வு செய்து நுரைச் செல்கள் (foam cells) மிகையாகக்



காணப்படுவதைக் கொண்டு இந்நோயை உறுதிப்படுத்தலாம். வேதி ஆய்வுகள் திசுக்களில் ஸ்பிங்கோமைலின் (sphingomyelin) மிகுந்திருப்பதைச் சுட்டுவதைக் கொண்டும் இதனை அறுதியிடலாம். இந்நோய் பாதித்த குழந்தைகள் அரிதாகத் தங்கள் இரண்டு வயது வரை தான் உயிருடன் இருப்பர். யூத குலத்தில் பொதுவாகப் பெண்களில் இந்நோய் மிகுந்துள்ளது.

- மா.ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

அறிகுறிகள். யூத இனத்தாரில் ஒரு வயதுக்கு உட்பட்ட குழந்தைகளையே இது பெரும்பாலும் பாதிக்கிறது. குழந்தை பிறந்ததும் கல்லீரல், மண்ணீரல் வீக்கத்தாலும், அதைத் தொடரும் மாந்தத்தாலும் அதன் வயிறு பெருக்கிறது. வயிற்றினுள் நிணநீர்க் கட்டிகள் கூடச் சில சமயங்களில் வீங்கியிருக்கலாம். இந்நிலையில் உடல் இளைக்கும். நிணநீர்க் கட்டிகள் படிப்படியாகப் பெருக்கும். தோல் கருஞ்சிவப்பு நிறமாக மாறும். குருதிக் குறைவு ஏற்படும். பொதுவாக ஈராண்டு முடிவதற்குள் கடுங்காய்ச்சலால் குழந்தை இறந்துவிடும்.

சில வேளைகளில் இந்நோய் பெருமூளையின் நரம்புத்திரள் (ganglion) செல்களையும், சிறு மூளையின் பர்கிஞ்சி (purkinje cells) செல்களையும், தண்டுவடத்தின் முன் வளைவு (anterior horn) செல்களையும் பாதிக்கும். இதன் விளைவால் டே-சாஸ் (Tay-sachs) என்னும் அறிவியலார் கண்டுபிடித்த குடும்ப வழி மூளைத்திறன் குன்றிய குழந்தைகள் பிறக்கும்.

ஆய்வும் மருத்துவமும். குருதிக் கொழுப்பு, நடுநிலைக் கொழுப்பு (neutral fat) ஆகியவை இந்நோயில் மிகுந்திருக்கும்.

மருந்து, அறுவை ஆகியன இந்நோயின் தோற்றத்தையோ, கடுமையையோ குறைப்பதில்லை.

- பி.கி.சிவராமன்

நீர்

பனிக்கட்டி, நீர், நீராவி என்னும் திண்மம், நீர்மம், வளிமம் ஆகிய மூன்று நிலைகளில் நீர் உள்ளது. இது உயிரினங்களுக்கு மிக இன்றியமையாதது. மனித உடலில் ஏறத்தாழ 65%, சில தாவரங்களில் 95% என நீர் உள்ளது. 1781ஆம் ஆண்டு கேவெண்டிஷ் என்பார் நீர் ஒரு சேர்மம் எனக் கண்டறிந்தார். ஹைட்ரஜனும் ஆக்சிஜனும் இணைந்து நீர் மூலக்கூறை உண்டாக்குகின்றன. பின், லாவாச்சியர் இவ்வுண்மையை உறுதிப்படுத்தினார். நீர் மூலக்கூறில் இரு ஹைட்ரஜன் அணுக்களும், ஓர் ஆக்சிஜன் அணுவும் உள்ளன.

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் ஆகியவற்றின் பிறிதொரு சேர்மமான ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு எளிதில் சிதைவடைந்து நீரைக் கொடுக்கிறது.

$$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$$

ஹைட்ரஜன் சேர்மங்களை எரிப்பதாலும், ஹைட்ரேட்டுகளை வெப்பத்தால் பிணைப்பதாலும், விலங்குகளின் வளர்சிதை மாற்றத்தின்போதும் நீர் உண்டாகிறது. நீரின் சில இயல்புகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பண்புகள்	மதிப்பு
உறைநிலை	0^0C
பனிக்கட்டியின் அடர்த்தி, 0^0C	0.92 கி/செ^{3},
நீரின் அடர்த்தி, 0^0C	1.00கி/செ^{3}.
உருகுதல் வெப்பம்	80 கலோரி/கி.
	(335 ஜூ./கி.)
கொதிநிலை	100^0C
ஆவியாதல் வெப்பம்	540 கலோரி/கி.
	(2260 ஜூ./கி.)
நிலைமாறு வெப்பநிலை	347 ^0C
நிலைமாறு அழுத்தம்	217 வளிமண்டலம்
மின்காப்பு மாறிலி (dielectric constant)	78

இயற்கையில் கிடைக்கும் நீரை அது கிடைக்குமிடத்தைக் கொண்டு பல பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

மழை நீர். இயற்கையில் கிடைக்கும் பலவகை நீரில் மழைநீரே மிகவும் தூய்மையானது. ஆனாலும் மழைநீரிலும் சில மிதக்கும் மாசுகளும், ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன் போன்ற வளிமங்களும், நைட்ரஸ் அமிலம், நைட்ரிக் அமிலம், அம்மோனியா, கார்பன் டைஆக்சைடு போன்றவையும் கரைந்திருக்கலாம். இருப்பினும் சூரிய ஒளியால் சூடேற்றப்பட்டு ஆவியாகிப் பின்னர் குளிர்ச்சியடைந்து மழை பெய்வதால் மழைநீரை இயற்கையிலேயே காய்ச்சி வடித்தல் மூலம் கிடைக்கும் நீராகக் கருதலாம்.

ஊற்று நீர். ஊற்றுகள் மூலமும் கிணறுகளிலிருந்தும் பெறப்படும் நீர் இயற்கையிலேயே வடிகட்டப்பட்டு வெளிவருவதால் தேங்கிய மாசின்றி நிறமற்றுத் தெளிவாக உள்ளது. நீர் கிடைக்குமிடங்களின் மண்ணிலிருக்கும் உப்புகளைப் பொறுத்து இதில் கால்சியம், பொட்டாசியம், மக்னீசியம் போன்ற உலோகங்களின் உப்புகள் கரைந்திருக்கும்.

ஆற்று நீர். இவ்வகை நீரில் தேங்கியுள்ள மாசுகள் காணப்படும். ஆற்று நீர் பல இடங்களின் வழியாகப் பாய்ந்தோடி அவ்வவ் நிலத்தின் உப்புகளைக் கரைத்துக் கொண்டு வருகிறது. எனவே ஆற்று நீரில் கால்சியம் சல்ஃபேட், பைகார்போனேட் போன்ற உப்புகள் கரைந்த நிலையில் இருக்கும்.

கடல் நீர். இதில் அனைத்து மாசுகளும் மிகுந்துள்ளன. சோடியம் குளோரைடு மற்றும் பொட்டாசியம், கால்சியம், மக்னீஷியம் போன்ற உலோகங்களின் உப்புகளும் கரைந்து காணப்படுகின்றன.

தாது நீர். ஒரு சில இடங்களில் கிடைக்கும் ஊற்று நீரில் சில உப்புகள் மிகுதியாகக் கரைந்துள்ளன. இவற்றிற்கு ஒருவிதத் தனிப்பட்ட சுவை உண்டாகிறது. எனவே, இவ்வகை உப்புகள் கரைந்துள்ள நீர் உடல் நலத்திற்கு ஏற்றதாகக் கூறப்படுகிறது.

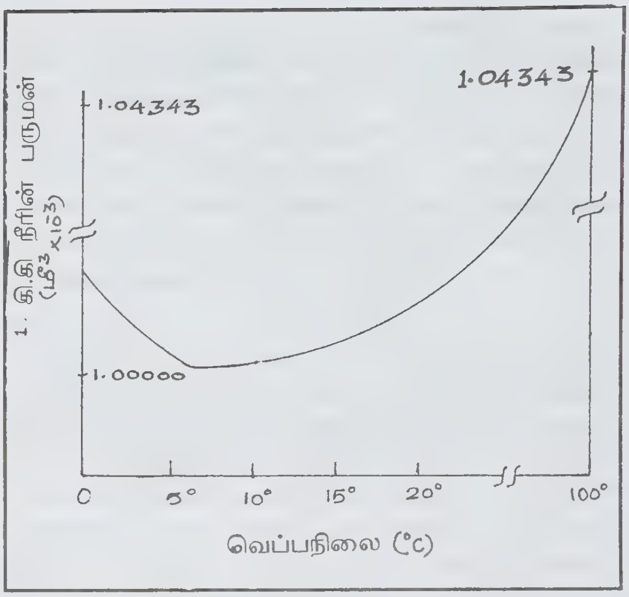
நீர் ஆவி. நீரின் ஆவியில் நீர் மூலக்கூறுகள் கட்டில்லாமல் அலைகின்றன. நீர் மூலக்கூறில் அணுக்களின் நிலைகள் கீழ்வருமாறு அமைந்திருக்கின்றன. புள்ளிக்கோடுகள் அணுக்களின் பருமனைக் குறிக்கின்றன. நீர் மூலக்கூறில் அணுக்கள் முனைவுடை பிணைப்பில் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. இரு நீர் மூலக்கூறுகள் சரியான அமைப்பில் அமைந்திருக்கும்போது நேர் மின்தன்மை கொண்ட ஹைட்ரஜன் அணு, எதிர்மின் தன்மை கொண்ட ஆக்சிஜன் அணுவை ஈர்க்கிறது. இதனால் உண்டாகும் பிணைப்பு ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு எனப்படுகிறது.

1200°C வெப்பநிலைக்கு மேல் சூடுபடுத்தும்போது நீர் ஆவி பிரிகையுற்று ஹைட்ரஜன் அணுக்களையும், ஹைட்ராக்சில் இயங்கு உறுப்புகளையும் (free radicals) கொடுக்கிறது. இவ்விரண்டும் வெப்பநிலை குறையும்போது மீண்டும் நீராக உருமாறுகின்றன.

$$H_2O \text{ -------> } H + OH$$

நீர் ஆவி சாதாரண நீர் ஈடுபடும் அனைத்து வினைகளிலும் ஈடுபடுகிறது. 374°C வெப்பநிலைக்கு மேல் நீர் ஆவியை நீர்மமாக்காமல் எவ்வகையான அடர்த்தியான திண்மமாகவும் அழுத்திப் பெறலாம்.

திண்ம நிலை. பனிக்கட்டியில் நீர் மூலக்கூறுகள் கீழே படத்தில் காட்டியவாறு ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளால் இணைந்துள்ளன. இதில் வட்டமிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளவை வெறும் அணுக்களின் நிலையையே குறிக்கின்றன. படம் 1 இல் காட்டியவாறு அவற்றின் பருமனை இப்படத்திற்கும் பொருத்திப் பார்த்தால் மூலக்கூறுகளிடையே ஓரளவு இடைவெளி உள்ளமை தெரிகிறது. இதற்கு முக்கியக் காரணம் மூலக்கூறுகளைத் திருத்தியமைத்தால் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு உண்டாவது தடுக்கப்படுகிறது. இம்மாற்றத்தினை



படம். பனிக்கட்டியில் நீர் மூலக்கூறுகள் இணைந்திருக்கும் விதம்

2000 வளி மண்டலத்திற்கும் மேலான அழுத்தத்திற்குப் பனிக் கட்டியை அழுத்தி ஏற்படுத்தலாம். இவ்வாறு மொத்தமாக ஐந்து மாறுபட்ட படிக நீர் வடிவங்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இவை அனைத்தும் சாதாரண நீரைவிடப் பெரிதும் அடர்த்தியானவை. அழுத்தத்தைத் குறைத்தால் இவற்றை மீண்டும் பனிக்கட்டியாக மாற்றலாம்.

நீர்ம நிலை. நீர்ம நிலையிலும் அதன் மூலக்கூறுகள் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பால் இணைந்துள்ளன. பனிக்கட்டி உருகும்போது பெரும்பாலான ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் முறிகின்றன. எஞ்சியிருக்கும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் மூலக் கூறுகளை ஒரு சீரான அமைப்பில் வைத்திருக்க முடிவதில்லை. நீரின் பல மாறுபட்ட பண்புகளுக்கு எஞ்சியிருக்கும் ஹைட்ரஜன்.பிணைப்புகளே காரணமாகும். நீரை 0°Cஇலிருந்து சூடுபடுத்தும்போது 4°Cவரை அது குறுக்கமடைந்து, பின் அதற்குமேல் விரிவடைகிறது. இதற்கும், பனிக்கட்டியில் அடர்த்தி உருகும்போது உயர்வதற்கும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் வெப்பநிலை அதிகரிப்பிற்கேற்ப முறிதலே காரணமாகும். மேலும் வெப்பநிலை அதிகரிப்பிற்கேற்ப, பாகு தன்மையும் குறைகிறது. 100°C வெப்பநிலையில்கூட ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் நீரின் பண்புகளைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றன. நீர்போல் மூலக்கூறு எடை கொண்ட மற்றப் பொருள்களின் கொதிநிலை, ஆவியாதல் வெப்பம் ஆகியவற்றைவிட நீருக்கு இம்மதிப்புகள் மிகுந்துள்ளமைக்கு இதுவே காரணமாகிறது.

சாதாரண வெப்பநிலையில் நீரின் மின்கடத்தும் திறன் பிற அலோக நீர்மங்களைவிட 1,00,000 மடங்கு மிகுதியாக

உள்ளது. நீர் பிரிகையுறுவதால் உண்டாகும் அயனிகளால் மின்சாரம் கடத்தப்படுகிறது.

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

இவ்வினை ஒரு மீள்வினை; எனவே H^+, OH^- அயனிகளின் செறிவு விரைவிலேயே சமநிலை அடைகிறது. 25°C வெப்பநிலையில் H^+, $+OH^-$ அயனிகளின் தனித் தனியான செறிவு 10^{-7} மோல்/லிட்டர் அல்லது 10^{14} அயனிகள்/மி.லி. இச்செறிவு, வெப்பநிலையாலும் கரைந்திருக்கும் கரைபொருளாலும் பாதிக்கப்படுகிறது.

கரைப்பான். பல பொருள்களுக்கு நீர் ஒரு சிறந்த கரைப்பானாக விளங்குகிறது. கரைபொருள்கள் நீரியல் அயனிகளாகப் பிரிகையடைகின்றன. நீரில் குறைவாக அல்லது பிரிகையடையாமல் கரையும் பொருள்களுக்கு எடுத்துக்காட்டாக, எத்தனால், அம்மோனியாவைக் குறிப்பிடலாம். இப்பொருள்களின் மூலக்கூறுகள் நீர் மூலக்கூறுகளுடன் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. இவ்வாறு குறைவான அல்லது ஹைட்ரஜன் பிணைப்பை ஏற்படுத்த இயலாத பொருள்கள் நீரில் ஓரளவே கரைகின்றன.

வேதிப் பண்புகள். நீர் வீரியமிக்க ஆக்சிஜனேற்றியாக இராவிடினும் இது ஆக்சிஜன் போன்ற ஆக்சிஜனேற்றிகளின் ஆக்சிஜனேற்றத் திறனை அதிகரிக்கிறது. கார, காரமண் உலோகங்களின் நீருடனான வினைகள் நீரின் ஆக்சிஜனேற்றப் பண்பிற்கு எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்.

$$Ca + 2H_2O \longrightarrow Ca^{2+} + 2OH^- + H_2$$

மேலும் கீழ்க்காணும் வினைகளையும் சான்றாகக் கூறலாம்.

$$3Fe + 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$$

$$C + H_2O \longrightarrow CO + H_2$$

கரியுடனான வினை, வளிம எரிபொருள்கள் உண்டாக்கப் பயன்படுகிறது. கார்பன் மோனாக்சைடு, ஹைட்ரஜன் வளிமம் ஆகியன கலந்த கலவை நீர்வளிமம் (water gas) என்னும் பெயரில் எரிபொருளாகப் பயன்படும். இதனைக் கல்கரியின் மீது 600°C வெப்பநிலையில் நீராவியைச் செலுத்துவதன் மூலம் பெறலாம்.

நீர் சிறந்த ஒடுக்கி (reductant) அன்று; நீரால் ஒடுக்கப்படும் பொருள்களுள் ஃபுளூரின் வேகமாக ஒடுக்கப்படுகிறது. ஆனால் இவ்வினை சிக்கலானதாகும். குளோரின் மிக மெதுவாகவே ஒடுக்கப்படுகிறது.

$$2Cl_2 + 2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4Cl^-$$

நீரின் ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைக்குப் பிறிதோர் எடுத்துக்காட்டு குளோரினின் இருநிலை வேதி வினையாகும்.

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HOCl + H^+ + Cl^-$$

இவ்வினை வேகமாக நடைபெறுகிறது; ஆனால் முடிவுறுவதில்லை; காரங்களைச் சேர்த்தால் வினை நிறைவடைகிறது.

அதிக அமில, காரப் பண்புகளைப் பெற்ற பொருள்கள் நீருடன் வினையுறுகின்றன. காட்டாக, கால்சியம் ஆக்சைடு கார ஆக்சைடு நீருடன் வினைபுரிந்து கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடைத் தருகிறது.

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

சல்ஃபர் டிரைஆக்சைடு (அமில ஆக்சைடு) நீருடன் பின்வருமாறு வினை புரிகிறது.

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2So_4$$

இது தொடும் முறையில் (Contact process) சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் தயாரிக்க உதவுகிறது. மேற்சொன்ன இவ்விரண்டு வினைகளும் வெப்பத்தை வெளியிடுகின்றன. எனவே தகுந்த பாதுகாப்புத் தேவையாகும்.

அமிலக் குளோரைடுகளும் அதிக அமிலத்தன்மையைக் கொண்டுள்ளன. காட்டாக, போரான் டிரை குளோரைடு, அசெட்டைல் குளோரைடு ஆகியவற்றின் நீருடனான வினையைக் குறிக்கலாம்.

$$BCl_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3BO_3 + 3HCl$$

$$CH_3CoCl + H_2O \longrightarrow CH_3COOH + HCl$$

இவ்வினைகள் பொதுவாக நீராற்பகுப்பு வினைகள் எனப்படுகின்றன.

$$H_3CCOOC_2H_5 + H_2O \longrightarrow H_3CCOCOOH + C_2H_5OH$$

கால்சியம் கார்பைடின் நீராற்பகுத்தல் வினையால் அசெட்டிலீன் உண்டாகிறது.

$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$$

ஹைட்ரேட்டுகள்

நீர் பல பொருள்களுடன் வினைபுரிந்து நீர் இணைந்த பொருள்களைக் கொடுக்கிறது. இவற்றில் நீர் மூலக்கூறுகள் இறுக்கமாகத் திண்மப் பொருளின் அமைப்பில் ஒட்டிக் கொண்டுள்ளன. ஹைட்ரேட்டுகள் எனப்படும் இவை கணிசமான அளவு, வெப்ப வெளியீடு பெற்றுள்ளன. சில உப்புகளின் கரைசல்களைச் செறிவூட்டி உப்புகளைப் படிகமாக்கும்போது நீர் மூலக்கூறுகள் அவற்றுடன் ஒட்டிப் படிகமாகின்றன. உப்பு மூலக்கூறுகளுடன் இவ்வாறு இணைந்துள்ள நீர் மூலக்கூறுகள் உப்புகளின் படிக

அமைப்பிற்கும், அவற்றின் நிறத்திற்கும் காரணமாகின்றன. இந்த நீர் மூலக்கூறுகள் வெளியேறினால் படிக அமைப்பும், நிறமும் இழந்து நீரற்ற உப்புகளாக மாற்றமடைகின்றன. இவ்வாறு உப்பின் நிறத்திற்கும், படிக அமைப்பிற்கும் காரணமாகும் நீர் படிகநீர் (water of crystallisation) எனப்படுகிறது. காட்டாக, நீரற்ற தாமிர சல்ஃபேட் வெண்ணிறத் திண்மமாக உள்ளது. இதனை நீரால் படிகமாக்கும்போது நீலநிற 5 நீர் மூலக்கூறுகள் இணைந்த ஹைட்ரேட் ($CuSo_4.5H_2O$) படிகமாக மாறுகிறது. இவற்றில் 4 நீர் மூலக்கூறுகள் தாமிர அயனியுடன் அணைவுப் பிணைப்பால் அணைவுச் சேர்மமாக இணைந்துள்ளன. ஐந்தாம் நீர் மூலக்கூறு சல்ஃபேட் அயனியுடன் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பால் இணைந்துள்ளது. படிக நீருள்ள மற்றச் சில படிகங்களாவன:

$$FeSO_4.7H_2O, BaCl_2.2H_2O, Na_2S_2O_3.10H_2O$$

பல படிவங்களில் படிக நீர் இணைந்திருப்பினும், படிக உருவமுள்ள அனைத்துப் பொருள்களிலும் படிக நீர் இணைந்திருக்க வேண்டும் என்பதில்லை. படிக நீரற்ற சில பொருள்களும் படிக அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, சோடியம் குளோரைடு, ஈய ஹைட்ரேட்

படிக நீருள்ள சில உப்புகளை வெப்பப்படுத்தினால் உப்பிற்கும் அதிலிருக்கும் படிக நீருக்குமிடையே வினை நிகழ்ந்து உப்பு, நீராற் பகுப்படைகிறது.

$$MgCl_2.6H_2O \xrightarrow{\Delta} MgCl_2.H_2O + 5H_2O$$

$$MgCl_2 + H.OH \longrightarrow Mg\,(OH)\,Cl + HCl$$

$$MgCl_2.6H_2O \longrightarrow Mg(OH)\,Cl + HCl + 5H_2O$$

இவ்வாறு படிகநீருடன் நீராற் பகுப்படையும் வேறு சில உப்புகள் வருமாறு:

$$SnCl_2.2H_2O;\ AlCl_3.\ 6H_2O\ ;\ ZnCl_2.2H_2O$$

தூள் பூத்தல்

படிக நீர் இணைந்துள்ள திண்மங்களைக் காற்றுப்பட வைத்திருந்தால் அவற்றிலுள்ள படிகநீர் படிப்படியாக மெதுவாக வெளியேறுவதால் அவை தூளாக மாறுகின்றன. இதற்குத் தூள் பூத்தல் (effloresence) என்று பெயர். இதற்கு ஹைட்ரேட்டின் புறப்பரப்பில் இருக்கும் நீர் ஆவியின் பகுதி அழுத்தம் காற்றிலுள்ள நீர் ஆவியின் பகுதி அழுத்தத்தைவிட மிகுந்திருக்க வேண்டும். கிளாபர் உப்பை இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம். மேலும் $Na_2Co_3.10H_2O$, $MgSo_4.7H_2O$ போன்ற பொருள்களும் இதற்கு எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும். ஹைட்ரேட்டுகளிலிருந்து தொடர்ந்து நீர் வெளியேறும்போது படிகத்தின் அமைப்பு மாற்றமடைந்து அவை நுண்துகள்களாக மாற்றமடைகின்றன.

நீர்த்தல்

சில ஹைட்ரேட் உப்புகளைக் காற்றுப்படும்படித் திறந்து வைத்திருந்தால் காற்றிலுள்ள நீர் ஆவியை அவை சிறிது சிறிதாகக் கவர்ந்து நீர்மமாக (தெவிட்டிய கரைசல்களாக) மாற்றமடைகின்றன. இதற்கு நீர்த்தல் (deliquescence) என்று பெயர். இது தூள் பூத்தலுக்கு நேர்மாறானதாகும். $CaCl_2.\ 6H_2O$, $ZnCl_2$ போன்ற பொருள்கள் இதற்கு எளிய எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும். காற்றில் நீர் ஆவியின் பகுதி அழுத்தம் உப்பின் தெவிட்டிய கரைசலின ஆவி அழுத்தத்தைவிட மிகுந்திருக்க வேண்டும். பின்னர்க் கீழ்க்காணும் வினை தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது.

திண்மம் + நீர் ஆவி ⟶ நீர்மக் கரைசல்

இவ்வினையின் வேகம் படிக அமைப்பில் நீர் ஆவி ஊடுருவுவதன் வேகத்தையும், படிக அமைப்பையும், வேறுசில காரணங்களையும் பொறுத்துள்ளது. பொதுவாக, நீரில் மிகுதியாகக் கரையும் பொருள்கள் எளிதில் நீர்த்தலாவதற்கு வாய்ப்புள்ளனவாக அமைகின்றன. நீர்க்கும் பொருள்களைக் காற்றிலுள்ள ஈரப்பதனை உறிஞ்சி நீக்குவதற்காகப் பயன்படுத்தலாம்.

நீரைத் தூய்மைப்படுத்தல். நீரில் மிதக்கும் மாசுகளை இறுத்து வடித்தல் முறையால் தெளிய வைத்து வடிக்கலாம். நீரைப் பெரிய தொட்டிகளில் இட்டுப் பல நாள்கள் அப்படியே வைத்திருந்து இதனைச் செய்யலாம். இதனை விரைவாக்கச் சிறிதளவு படிகாரம் சேர்க்கப்படுகிறது. பின்னர் நீரிலுள்ள நுண்ணுயிர்களைக் கொல்ல, குளோரின் வளிமம், சலவைத்தூள், ஓசோன் ஆகியவற்றில் ஏதாவது ஒன்று பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஆய்வுக்கூடங்களிலும் மற்றப் புகைப்பட, மருந்து, வேதிப் பொருள்கள் தயாரிக்கப்படும் இடங்களிலும் இடம்பெறும் நீரில் எவ்வித மாசும் இருக்கக்கூடாது. எனவே வடிகட்டி, பின்னர்க் காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் நீர் தூய்மையாக்கப்படுகிறது. மேலும் தூய்மையான நீரைப் பெற இறுதியாகப் பெறப்பட்ட நீருடன் சிறிதளவு பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டைச் சேர்த்து, பிளாட்டினத்தால் செய்யப்பட்ட வாலைகளில் காய்ச்சி வடிக்கப்படுகிறது.

நீரின் வகைகள்

சோப்புடன் சேர்ந்து நுரை தருகின்ற நீர் நுரைதரு நீர் அல்லது மென்னீர் எனப்படுகிறது. சோப்புடன் சேர்ந்து எளிதில் நுரை தராத நீர் நுரை தரா நீர் அல்லது கடின நீர் எனப்படுகிறது. கடின நீரில் குறிப்பிட்ட சில கால்சியம், மக்னீஷியம் உப்புகள் உள்ளன. கடின நீரிலுள்ள கால்சியம் உப்புகளைப் பொறுத்து மேலும் இதனைத் தற்காலிகக் கடின நீர், நிலையான கடின நீர் என்றும் இருவகையாதப் பகுக்கலாம்.

தற்காலிகக் கடின நீர். இதில் கால்சியம், மக்னீஷியம் ஆகியவற்றின் பைகார்போனேட்டுகள் கரைந்துள்ளன. தற்காலிகக் கடினநீரை இரு முறைகளில் தூய்மையாக்கலாம். அவை கொதிக்க வைத்தல், கிளார்க் முறை என்பன.

கொதிக்க வைத்தல். தற்காலிகக் கடினநீரைக் கொதிக்க வைத்தால் அதில் கரைந்துள்ள கால்சியம், மக்னீஷியம் ஆகியவற்றின் பைகார்போனேட்டுகள் சிதைந்து நீரில் கரையாத கால்சியம், மக்னீஷியம் கார்போனேட்டுகளாக வீழ்படிகின்றன.

$$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCo_3\downarrow \longrightarrow + H_2O + CO_2$$

$$\downarrow \downarrow$$

$$Mg(HCO_3)_2 \longrightarrow MgCo_3\downarrow \longrightarrow + H_2O + CO_2$$

கிளார்க் முறை. கடினநீருடன் தேவையான அளவு சுண்ணாம்பு நீரைச் சேர்த்தால் அந்நீரில் கரைந்துள்ள கால்சியம், மக்னீஷியம் ஆகியவற்றின் கார்போனேட்டுகள் கரையாத கார்போனேட்டுகளாக வீழ்படிகின்றன. இதில் குறிப்பிட்ட அளவே சுண்ணாம்பு நீரைச் சேர்க்க வேண்டும். தேவைக்கு மேல் சேர்த்தால் அதுவே கடினநீராகிவிடக் கூடும்.

நிலைத்த கடின நீர். இதில் கால்சியம், மக்னீஷியம் ஆகியவற்றின் குளோரைடுகளும் சல்ஃபேட்டுகளும் உள்ளன. இந்நீருடன் போதிய அளவு சோடியம் கார்போனேட் கரைசலைச் சேர்த்தால் நீரில் கரைந்துள்ள உப்புகள் நீரில் கரையாத கார்போனேட் உப்புகளாக மாறுகின்றன.

$$CaCl_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 + 2NaCl$$

$$MgCl_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow MgCO_3 + 2NaCl$$

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 + Na_2SO_4$$

$$MgSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow MaCO_3 + Na_2SO_4$$

பர்மியூடிட் முறை. இது இரு வகையான நீரையும் மாற்றப் பயன்படுகிறது. சோடியம் பர்மியூடிட் என்னும் பொருளின் மீது கடின நீரைச் செலுத்தினால் கால்சியம், மக்னீஷியம் ஆகியவற்றின் உப்புகள் எவையாயினும் நீரில் கரையாத கால்சியம், மக்னீஷியம் ஆகியவற்றின் பர்மியூடிட்டுகளாக மாறி வீழ்படிவாகின்றன. இவற்றை நீக்கிவிட்டால் கடினநீர் மென்னீராகிவிடுகிறது. பர்மியூடிட் முறையில் பர்மியூடிட்டும், சரளைக் கற்களும் மாறி மாறி அடுக்கப்பட்ட தொட்டியில் மேலிருந்து கீழாகக் கடின நீர் செலுத்தப்படுகிறது. இம்முறையில் பயன்படுத்தப்படும் பர்மியூடிட் வழியே சோடியம் குளோரைடு கரைசலைச் செலுத்தினால் சோடியம் பர்மியூடிட் மீண்டும் உண்டாகிறது. சோடியம் பர்மியூடிட் என்பது நீரேற்றிய சோடியம் அலுமினியம் சிலிக்கேட் ஆகும்.

அயனிப் பரிமாற்ற முறை. தற்காலத்தில் நீரின் வன்மையைக் குறைக்க அயனிப் பரிமாற்ற முறை பெரிதும் பயன்படுகிறது. இதில் நீரிலிருக்கும் நேரயனி, எதிரயனி ஆகியன தனித்தனியே பிரிகையடையச் செய்யப்படுகின்றன. இதற்கு நேரயனிப் பரிமாற்ற ரெசின்கள், எதிரயனிப் பரிமாற்ற ரெசின்கள் ஆகியன பயன்படுகின்றன.

நேரயனிப் பரிமாற்ற ரெசின். இந்த ரெசின்களிலுள்ள ஹைட்ரஜன் நேரயனி நீரிலிருக்கும் மற்ற நேரயனிகளை இடமாற்றம் செய்கிறது.

மக்னீஷியம் உப்பு + ரெசின்

மக்னீஷியம் ரெசின் + அமிலம்

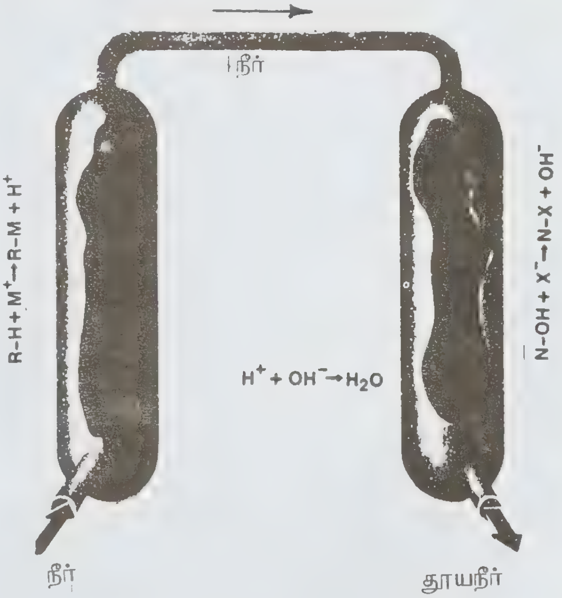
எதிரயனிப் பரிமாற்ற ரெசின். காரத் தன்மையுள்ள இவ்வகை ரெசின்கள் எதிரயனிகளைப் பரிமாற்றுகின்றன.

$$HCl + RNH_2 \longrightarrow RNH_3Cl$$

கடினநீரை முதலில் நேரயனிப் பரிமாற்ற ரெசினுக்குள் செலுத்தினால் கடின நீரிலுள்ள நேரயனிகள் மாற்றமடைகின்றன.

$CaCl_2 + 2H$ ரெசின் $\longrightarrow Ca$ ரெசின் $+ 2HCl$

பின்னர் அதனை எதிரயனிப் பரிமாற்ற ரெசின் வழியே செலுத்தினால் அமிலங்கள் நீக்கப்படுகின்றன.



படம் 2

கடினநீர்த் தன்மைக் காரணமாகும் நேர், எதிர் அயனிகள் இவ்வாறு நீக்கப்படுவதால் அந்த நீர் மிகவும் தூய்மையாக உள்ளது. இம்முறையில் பயன்படுத்தப்படும் ரெசின்களைத்

தகுந்த உப்புக் கரைசல்களைச் செலுத்தி மீண்டும் பழைய ரெசினாக மாற்றலாம்.

கால்கான் முறை: கொதிகலன்களில் பயன்படுத்தப்படும் நீர் பெரும்பாலும் கால்கான் முறையிலேயே தூய்மையாக்கப்படுகிறது. சோடியம் ஹெக்சாமெட்டா பாஸ்ஃபேட் சேர்மம் கால்கான் எனப்படுகிறது. கடினநீரிலுள்ள கால்சியம், மக்னீஷியம் ஆகிய அயனிகள் கால்கானுடன் வினைப்பட்டு அணைவுச் சேர்மங்களாகின்றன. எனவே கொதிகலன்களில் உப்புகள் படிவதில்லை.

நீரின் இயைபு

பருமனறி, எடையறி பகுப்புகளின் மூலம் நீரின் இயைபைக் கணக்கிடலாம்.

ஹாஃப்மன் முறை. இது பருமனறி பகுப்பாய்வாகும். ஒரு 'U' வடிவக் குழாயின் ஒரு புயம் மூடப்பட்டுள்ளது. மூடப்பட்டுள்ள அளவிடப்பட்ட புயத்தின்மேல் இரண்டு பிளாட்டின மின்முனைகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இப்புலத்தை மற்றொரு பெரிய குழாய் சூழ்ந்துள்ளது. இக்குழாயின் வழியே அமைல் ஆல்கஹாலின் ஆவியைச் செலுத்தியவாறே உள்ளமையால் இப்புயம் 132°C வெப்பத்தில் உள்ளது. தொடக்கத்தில் உட்குழாய் முழுவதையும் பாதரசத்தால் நிரப்பி நீரை மின்னாற்பகுத்து வரும் வளிமக் கலவையை நன்றாக உலர்த்தி வளிமக் கலவை மேற்காணும் வெப்பநிலையை அடைந்த பின்னர் இருபுறமுள்ள பாதரச மட்டத்தைச் சமமாக்கி வளிமக் கலவையின் கன அளவைக் கணிக்க வேண்டும்.

பின்னர், பிளாட்டின மின்முனைகளிடையே மின்பொறியை உண்டாக்கினால் வளிமக் கலவையிலுள்ள ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் ஆகியன இணைந்து நீராக மாறுகின்றன. இப்புயத்தின் வெப்பநிலை நீரின் கொதிநிலையைவிட மிகுந்துள்ளமையால் உண்டாகும் நீர் நீராவி நிலையில் இருக்கிறது. வினை முடிந்த பின்னர் மீண்டும் இரு புயங்களிலும் உள்ள பாதரச மட்டங்களைச் சமன்செய்து உண்டாகிய நீரின் கன அளவைக் காண வேண்டும். இதன் மூலம் ஹைட்ரஜனும், ஆக்சிஜனும் 2 : 1 என்னும் விகிதத்தில் கூடும்போது வளிமக் கலவையில் மூன்றில் இரண்டு பகுதி நீராவி உண்டாகிறது எனத் தெரிகிறது.

டுமாஸ் முறை. இது எடையறி பகுப்பாய்வு முறையாகும். படத்தில் காட்டியுள்ள அமைப்பைக் கொண்ட ஒரு கண்ணாடிக் கருவியின் ஒரு புறத்தின் வழியே உலர்ந்த, மிகத் தூய்மையான ஹைட்ரஜன் செலுத்தப்படுகிறது. பின்புறமுள்ள போக்குக்குழாய் நீரற்ற கால்சியம் குளோரைடு நிரப்பட்ட U வடிவக் குழாயுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. எரிகுழாயிலுள்ள கோளத்தில் குப்ரிக் ஆக்சைட எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். குப்ரிக் ஆக்சைடுடன் எரிகுழாயின் எடையைக் காண வேண்டும் (W_1). கால்சியம் குளோரைடு எரிகுழாயிலுள்ள குப்ரிக் ஆக்சைடைச் சூடேற்றும்போது ஹைட்ரஜன் வளிமம், குப்ரிக் ஆக்சைடைத் தாமிரமாக ஒடுக்கி அது நீராக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது.

$$CuO + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O$$

வெப்பநிலை மிகுந்துள்ளமையால், உண்டான நீர் நீராவியாக மாறி வெளியேறுகிறது. அடுத்துள்ள குழாயிலுள்ள நீரற்ற கால்சியம் குளோரைடினால் நீராவி கவரப்படுகிறது. போதிய நேரம் வினை நடைபெற்ற பின்னர் கண்ணாடிக் குழாய் சூடேற்றப்படாமல் குளிர்விக்கப்படுகிறது. இதன் பின்னர் எரிகுழாய், கால்சியம் குளோரைடு குழாய் ஆகியவை எடையிடப்படுகின்றன. இவற்றை முறையே W_2, X_2 எனக் கொள்ளலாம்.

தொடக்கத்தில் எரிகுழாயின் எடை	= W_1 கி.
இறுதியில் எரிகுழாயின் எடை	= W_2 கி.
நீர் உண்டாகப் பயன்பட்டுள்ள	
ஆக்சிஜனின் எடை	= $W_1 - W_2$ கி.
தொடக்கத்தில் U வடிவக்குழாயின் எடை	= X_1 கி.
இறுதியில் U வடிவக்குழாயின் எடை	= X_2 கி.
உண்டான நீரின் உடை	= $X_2 - X_1 = a$ கி.

இந்த அளவு நீர் உண்டாகத்

தேவையான ஆக்சிஜனின் எடை = $W_1 - W_2 = b$ கி.

(a-b) ஹைட்ரஜன் b கிராம் ஆக்சிஜனுடன் சேர்ந்து b கிராம் நீர் உண்டாகியுள்ள ஹைட்ரஜனின் எடை (a-b) கி.

(a-b) ஹைட்ரஜன் b கி. ஆக்சிஜனுடன் கூடி a கிராம் நீர் உண்டாகிறது. இதன் மூலம் ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் ஆகிய தனிமங்களின் எடை வீதத்தை அறியலாம்.

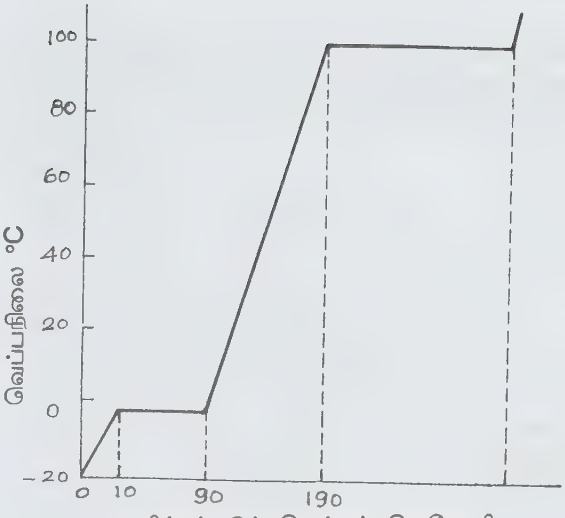
மார்லீ முறை. நீரின் எடைவீதத்தைக் கணக்கிட இம்முறை சிறந்ததாகும். இதற்குப் பயன்படும் கருவியில் உருளை வடிவிலுள்ள நடுக்குழாய் ஒன்று உள்ளது. இதன் இருமுனைகளும் சுருங்கியும், நடுவில் சற்றுப் பெரிதாகவும் அமைந்திருக்கும். பாஸ்பரஸ் பென்ட்டாக்சைடு நிரப்பிய இரு குழாய்கள் நடுக்குழாயின் இரு பக்கமும் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் மேல் பக்கங்கள் அடைப்பான்களால் மூடப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் மறு நுனிகள் கூராக உள்ளன. இக்கூர் நுனிகள் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. கூர் நுனிக்கருகில் இரு பிளாட்டின மின்முனைகள் செருகப்பட்டுள்ளன.

தொடக்கத்தில் இக்கருவியிலுள்ள காற்றை வெளியேற்றித் துல்லியமாக எடையிட வேண்டும். முற்றிலும் உலர்ந்த ஹைட்ரஜன் வளிமம் நிரப்பிய கண்ணாடிக் குடுவையையும், இதேபோல் முற்றிலும் உலர்ந்த ஆக்சிஜன் வளிமம் நிரப்பிய கண்ணாடிக் குடுவையையும் எடை காண வேண்டும். பின்னர், கருவியை நன்றாகக் குளிரச் செய்தவாறு பாஸ்பரஸ் பென்ட்டாக்சைடு நிரம்பிய பக்கக் குழாய் வழியே கண்ணாடிக் குடுவையிலிருந்து ஒரு புறத்தில் ஹைட்ரஜனும், மறுபுறத்தில் ஆக்சிஜனும் செலுத்திய பின்னர் அடைப்பான்களை அடைத்துவிட்டு மின்பொறிகளை உண்டாக்க வேண்டும். கருவி குளிர்ந்துள்ளமையால் நீர் சேகரிக்கப்படுகிறது. வினையில் பங்கு கொள்ளாத ஹைட்ரஜனும் ஆக்சிஜனும் தத்தம் குடுவைக்குள் அனுப்பப்படுகின்றன.

ஆய்வு முடிந்தபின் நீர் உண்டாகிய கலம், ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் ஆகியன அடங்கிய குடுவைகளின் எடையைத் துல்லியமாகக் கணக்கிட வேண்டும்.

மார்லி பல ஆண்டுகள் ஆய்வு செய்து நீரின் எடை வீதத்தை H : O = 1 : 7.996 என நிறுவினார்.

உள்ளுறை வெப்பம் (latent heat). ஒரு பொருள் திண்ம நிலையிலிருந்து நீர்ம நிலைக்கோ நீர்ம நிலையிலிருந்து வளிம நிலைக்கோ கட்டமாறுபடும் போது, குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றல் அக்கட்ட மாறுபாட்டிற்குத் தேவைப்படுகிறது. ஒரு வளிமண்டல அழுத்தத்தின் 1 கி.கி. நிறையுள்ள நீர் -20°C இலிருந்து, அதாவது நீர் உறைநிலையில் இருக்கும்போது, சீராக வெப்பப்படுத்துகையில் முதலில் நீராகவும் பின்னர் 100°Cக்கு மேலே நீராவியாகவும் மாற்றமடைகிறது. படம் 2 இல் காட்டியபடி பனிக்கட்டியை வெப்பப்படுத்தும் போது அதன் வெப்பநிலை 2°C-கி.கலோரி என்னும் வீதத்தில் உயர்கிறது. ஆயினும் வெப்பநிலை 0°Cஅடையும்போது, தொடர்ந்து வெப்பப்படுத்தினாலும் வெப்பநிலை உயர்வதில்லை. ஆனால் பனிக்கட்டி, உருகி நீராகிவிடுகிறது. அதாவது திண்ம நிலையில் இருந்து நீர்ம நிலைக்கு மாற்றமடைகிறது. இக்கட்ட மாறுபாட்டில் வெப்பநிலையில் எவ்வித மாறுதலும் ஏற்படுவதில்லை. 0°C வெப்பநிலையில் 40 கிலோ கலோரி ஆற்றலைப் பனிக்கட்டிக்கு அளிப்பதால் பனிக்கட்டியில் பாதியளவு நீராக மாறிவிடுகிறது. 80கி.கலோரி ஆற்றல் அளிக்கப்பட்டால் பனிக்கட்டி முழுவதும் நீராக மாறிவிடுகிறது. இந்நிலையில் இதன் வெப்பநிலை 0°C அளவில் இருக்கிறது. மேலும் தொடர்ந்து வெப்பப்படுத்துவதால் நீரின் வெப்பநிலை 1°C-கி. கலோரி என்னும் வீதத்தில் உயரத் தொடங்குகிறது. வெப்பநிலை 100°Cஐ அடையும்போது தொடர்ந்து வெப்பநிலை உயராமல் நீர் நீராவியாக மாற்றமடையத் தொடங்குகிறது. நீர்ம நிலையிலிருந்து வளிம நிலைக்கு முற்றிலுமாக



மாற்றமடைய 540 கி.கலோரி ஆற்றல் 1 கி.கி நீருக்குத் தேவைப்படுகிறது. முற்றிலும் நீராவியாக மாற்றமடைந்த பின் மீண்டும் வெப்பநிலை உயரத் தொடங்குகிறது.

1 கி.கி. நிறையுள்ள திண்மப் பொருளைத் திண்ம நிலையிலிருந்து நீர்ம நிலைக்கு மாற்றத் தேவையான வெப்பம் உருகுநிலை வெப்பம் (heat of fusion) எனப்படுகிறது. இது l_f எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. நீருக்கு உருகுநிலை வெப்பம் 79.7 கி.கலோரி / கி.கி என்னும் அளவில் அளிக்கப்பட வேண்டும். நீர்ம நிலையிலுள்ள பொருளை வளிம நிலைக்கு மாற்றத் தேவையான வெப்பம் ஆவியாக்க நிலை வெப்பம் (heat of vapourisation) எனப்படுகிறது. இது l_v எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. நீருக்கு ஆவியாக்க நிலை வெப்பம், 540கி. கலோரி/கி.கி என்னும் அளவில் அளிக்கப்பட வேண்டும். உருகுநிலை வெப்பம், ஆவியாக்க நிலை வெப்பம் ஆகியவை உள்ளுறை வெப்பம் எனக் கூறப்படும்.

ஒரு பொருளைத் திண்ம நிலையிலிருந்து நீர்ம நிலைக்கோ நீர்ம நிலையிலிருந்து ஆவி நிலைக்கோ மாற்றத் தேவைப்படும் வெப்பம் அப்பொருளின் உள்ளுறை வெப்பத்தை மட்டுமன்றி, அப்பொருளின் நிறையைப் பொறுத்தும் காணப்படும். அதாவது $Q = ml$ l என்பது குறிப்பிட்ட முறையின் உள்ளுறை வெப்பம்; m என்பது பொருளின் நிறை; Q என்பது தேவைப்படும் அல்லது வெளிப்படும் வெப்பம் ஆகும்.

நீர், கொதி வெப்பநிலையான 100°Cஇல் மட்டுமன்றி அறை வெப்பநிலையிலும் நீர்ம நிலையிலிருந்து வளிம நிலைக்கு மாற்றமடைகிறது. இதற்கு ஆவியாதல் (evaporation) என்று பெயர். நீர்ம நிலையிலோ திண்ம நிலையிலோ 2 மீட்டருக்கும் மேலான தடிமனைக்

கொண்டுள்ளபோது, தூய நீர் நீல வண்ணத்தில் காட்சியளிக்கும். இதில் தோன்றும் பிற வண்ணங்களுக்கு அதிலுள்ள மாசுகளே காரணமாகின்றன.

- த. தெய்வீகன்

- ஜா. சுதாகர்

நீர் உட்புகுதல்

மழை அல்லது பாசனம் மூலம் நிலத்தில் விழும் நீர் மண்கண்டத்தினுள் நுழைந்து கீழ்நோக்கி நகர்கிறது. நீர் உள்ளேற்பு, நில மேல் நீரோட்டத் தொடர்பு ஆகியவற்றை அறுதியிடுவது நில மேல்பரப்பின் நீர் எடுத்துக்கொள்ளும் தன்மை அல்லது நீர் உட்புகும் தன்மை (infiltration) ஆகும். பயிர் விளைச்சலுக்குத் தேவையான மண்கண்டத்தினுள் ஏற்படும் நீர்வடிமானத்தை அறுதியிடுவது அடிநிலநீர் ஊடுருவல் வீதமாகும். மண்கண்டத்தினுள் ஏற்படும் நீர் இயக்கத்தையும், அதற்குத் தொடர்பான நீரோட்ட நிலையையும் பல வகைப்படுத்தலாம்.

நீர் உட்புகுதல். நிலத்தின் மேல் பகுதியிலிருந்து மண்ணிற்குள் நீரோட்டம் கீழ்நோக்கிச் செல்லுதல் நீர் உட்புகுதல் எனப்படுகிறது. அடிநிலப் பாசன முறையைத் தவிர ஏனைய முறைகள் அனைத்திலும் நீரைப் புவியின் மேல் பாய்ச்சுவர். அது புவிக்குள் இறங்கி மண்ணில் சேர்த்து வைக்கப்பட்டுப் பிறகு செடிகளுக்குப் பயன்படுகிறது. பொதுவாகப் பாசனத்தின் நோக்கமே நீரை மண்ணில் சேமித்து வைத்துக் கொடுப்பதேயாகும். ஆதலால் மண்ணிற்குள் நீரின் இயக்கம் பற்றி அறிய வேண்டியுள்ளது. ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையில் மேற்பரப்பிலிருந்து மிகுதியான வீதத்தில் நீர் அறுதியிடும் மண்ணின் இயல்பு நீர் உட்புகும் வீதம் எனப்படும். இதன் அலகு திசைவேகத்தின் (velocity) அலகாகும். கொடுக்கப்பட்ட நேரத்தில் மண்ணிற்குள் செல்லும் உண்மையான நீரின் வீதம் நீர் உட்புகும் விரைவு எனப்படுகிறது. பாசனத்தின்போது நீர் உட்புகும் வீதம் குறைந்து கொண்டே வருகிறது. தொடக்கத்தில் மிக அதிகமாகிப் பின்னர் ஒரு நிலையான நிலையை அடைகிறது. பாசனம் தொடங்கிச்

மண்கண்டத்தினுள் ஏற்படும் நீர் இயக்கத்தின் கூறுகள்

மண் அடுக்கு	நீரோட்டச் சிறப்பியல்பு	நீரோட்ட நிலை	அளவீடு	பயன்பாடு
மேல்மண்	நீர் உட்புகும் வீதம்	தெவிட்டிய நிலை	உட்புகும் அளவு	நீர்ப்பாசனம், நிலமேல் நீரோட்டம்
அடிநிலமண்	அடிநில நீர் ஊடுருவும் வீதம்	தெவிட்டிய நிலை	உட்புகும் அளவு	உட்புற வடிகால்
அடிமண் அடுக்கு	நீர் கடத்துந் திறன்	தெவிட்டிய நிலை	களம், ஆய்வக முறைகள்	அடிநில வடிகால், நிலத்தடி நீர்

உருளை நீர்புகு அளவி

சில மணி நேரத்திற்குப் பின் ஏற்படும் நிலையான நிலை, அடிப்படை நீர் உட்புகும் வீதம் ஆகும். ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் மண்ணில் ஊடுருவிய மொத்த நீரின் அளவு நீர் உட்புகுதல் கட்டளவு (accumulated infiltration or cumulative infiltration) ஆகும். ஒரு மண்ணின் நீர் உட்புகு தன்மையைக் கண்டறிய உதவும் இரு முக்கிய அளவீடுகள் நீர் உட்புகுவீதம், நீர் உட்புகு கட்டளவு ஆகியனவாகும்.

நீர் உட்புகும் வீதத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகள். பின்வரும் காரணிகள் நீர் உட்புகும் வீதத்தைப் பாதிக்கின்றன. அவை மண்ணின் தொடக்க ஈர அளவு, மேற்பரப்பின் தன்மை, மண்கண்டத்தின் நீர்கடத்துந் திறன், மண் நயம் (soil texture) நுண்துளையுடைமை (porosity), மண்துகள் ஊறிப் பருமனாகும் தரம், மண்ணின் கரிமப்பொருள்கள், தளிர்ப்பு மூடுதல் (vegetative cover), மழை பெய்யும் அல்லது பாசனம் செய்யும் கால அளவு, நீரின் பிசுபிசுப்புமை (viscosity) ஆகியன. தொடக்க உட்புகு வீதம் மொத்த நீர் உட்புகும் அளவு ஆகியவற்றில் மண்ணின் முந்தைய ஈரப்பதம் பெரும் பாதிப்பை ஏற்படுத்தும். ஈரப்பதம் உயர உயர இவையிரண்டும் குறைகின்றன. மேல்பகுதியிலோ கீழேயோ இருக்கும் குறைந்த நீர் ஊடுருவல் தன்மையுடைய மண்படிவம் (soil layer) நீர் உட்புகும் வீதத்தை வரையறுக்கிறது. பயிரிடுவதால் மேல்மண்ணில் கட்டிகள் உடைக்கப்பட்டு நுண்துளைகள் மிகுவதால் நீர் உட்புகும் வீதமும் மிகுதியாகிறது. பொதுவாக மென் நயம் உள்ள மண்ணைவிடக் கடின நயம் (heavy texture) உள்ள மண்ணில் நீர் உட்புகும் வீதம் குறைவாக உள்ளது. நிலமட்ட நீர்ப்பாசனத்தில், மிகையான நீரின் உயரம் தொடக்க நீர் உட்புகும் வீதத்தைச் சிறிதளவு மிகுதிப்படுத்தினாலும் நீண்டநேரப் பாசனத்திற்குப் பின் எவ்விளைவையும் ஏற்படுத்துவதில்லை. பயிரிடப்படாத தரிசு நிலத்தைவிடப் புல்வெளி நிலத்தில் நீர் உட்புகுவீதம் மிகுதியாகும். மேலும் கரிமப் பொருள்களைச் சேர்ப்பது நிலத்தில் நீர் உட்புகும் வீதத்தைக் குறிப்பிடத்தக்க அளவு மிகுதியாக்கும். வெப்ப மண்டலப் பகுதியில் நீர் உட்புகும் வீதம் மிகையாக உள்ளமைக்குக் காரணம், இப்பகுதியிலுள்ள இளவெப்ப நீரின் பிசுபிசுப்புமை குறைந்துள்ளமையேயாகும்.

நீர் உட்புகுதலை அளவிடுதல். பாசன முறைகளை வடிவமைப்பதற்காக, மண்ணின் நீர் உட்புகும் இயல்புகளைக் கணக்கிடுவதற்கு மூன்று முறைகள் வழக்கத்தில் உள்ளன. அவை உருளை நீர் உட்புகு அளவியைப் (cylinder infiltrometer) பயன்படுத்துதல், பெரிய பாத்திகளில் குறையும் நீரின் அளவைக் கணக்கிடுதல், முன்னோக்கிப் பரவும் நீரின் அளவுகளிலிருந்து நீர் உட்புகு கூட்டளவைக் கணக்கிடுதல் என்பன.

பொதுவாக உருளைநீர் உட்புகு அளவியே பயன்படுகிறது. உலோக உருளை, வயலில் அடித்து வைக்கப்பட்டு அதனுள் தேக்கப்படும் நீரின் மட்டம் குறைவதைக் குறித்துக் கொள்வதன் மூலம் நீர் உட்புகும் அளவு கணக்கிடப்படுகிறது. பக்கவாட்டில் நீர் செல்வதால் நீர் உட்புகும் அளவில் ஏற்படும் மாற்றங்களைத் தவிர்க்க ஒன்றனுள் ஒன்றாக இரண்டு உலோக உருளைகள் பயன்படுகின்றன. இந்திய மையப் பாதுகாப்பு வாரியத்தின் பரிந்துரைப்படி இந்த உருளைகள் 35 செ.மீ. ஆழமுள்ளவையாக 2மி.மீ. கனமுள்ள இரும்புத்தகட்டால் செய்யப்படுகின்றன. நீர் உட்புகும் அளவு எடுக்க வேண்டிய உள் உருளை 30 செ.மீ. விட்டமுடனும் வெளி உருளை 60 செ.மீ. விட்டமுடனும் உள்ளன. இவை மண்ணிற்குள் 15 செ.மீ. ஆழத்திற்கு அடித்து இறக்கப்படுகின்றன. உருளைகளில் 15 செ.மீ. உயரத்திற்கு நீர் நிறுத்தப்படுகிறது.

மிகப் பெரிய பரப்பில் நீர் உட்புகும் வீதம், மழையையும் மேல்நீரோட்ட வீதத்தையும் குறித்துக் கொள்வதன் மூலம் அளவிடப்படுகிறது. இதில் மழை செயற்கை மழை ஒப்புருவாக்கி (rainfall stimulator) மூலம் பொழிவிக்கப்படுகிறது. மழையளவிற்கும், மேல் நீரோட்ட அளவிற்கும் உள்ள வேறுபாட்டிலிருந்து நீர் உட்புகும் அளவு கணக்கிடப்படுகிறது.

- சிவ. சந்தானபோஸ்

நீர் ஏற்றத் தேக்கக் கருவிகள்

காண்க : நீர் மின்னாற்றல்

நீர்க்காகம்

இது பறவைகள் வகுப்பில், நியார்னித்திஸ் துணை வகுப்பில், ஃபேலாக்ரோகோராசிடே குடும்பத்தில் இடம் பெறுகிறது. நீர்க்காகம் நீரில் மூழ்கி மீன்களைப் பிடித்து இரையாகத் தின்னும். இதன் உடலின் முதுகுப்புறம் கறுப்பு இறகுகளால் சூழப்பட்டுள்ளது. நீர்க்காகத்திற்கு மிகவும் நீளமான கழுத்தும், நீண்டு ஒடுங்கி முனையில் வளைந்து கொக்கி போன்றுள்ள அலகுகளும் உள்ளன. வால் இறகுகள் விறைப்பாக இருக்கும். மூக்குத் துளைகள் மிகவும் சிறியவையாக உள்ளன. கழுத்துப் பகுதியில் 20 முள்ளெலும்புகள் உள்ளன.

ஒலிப்பைத் தசைகள் (syringal muscles) இவற்றில் காணப்படுகின்றன.

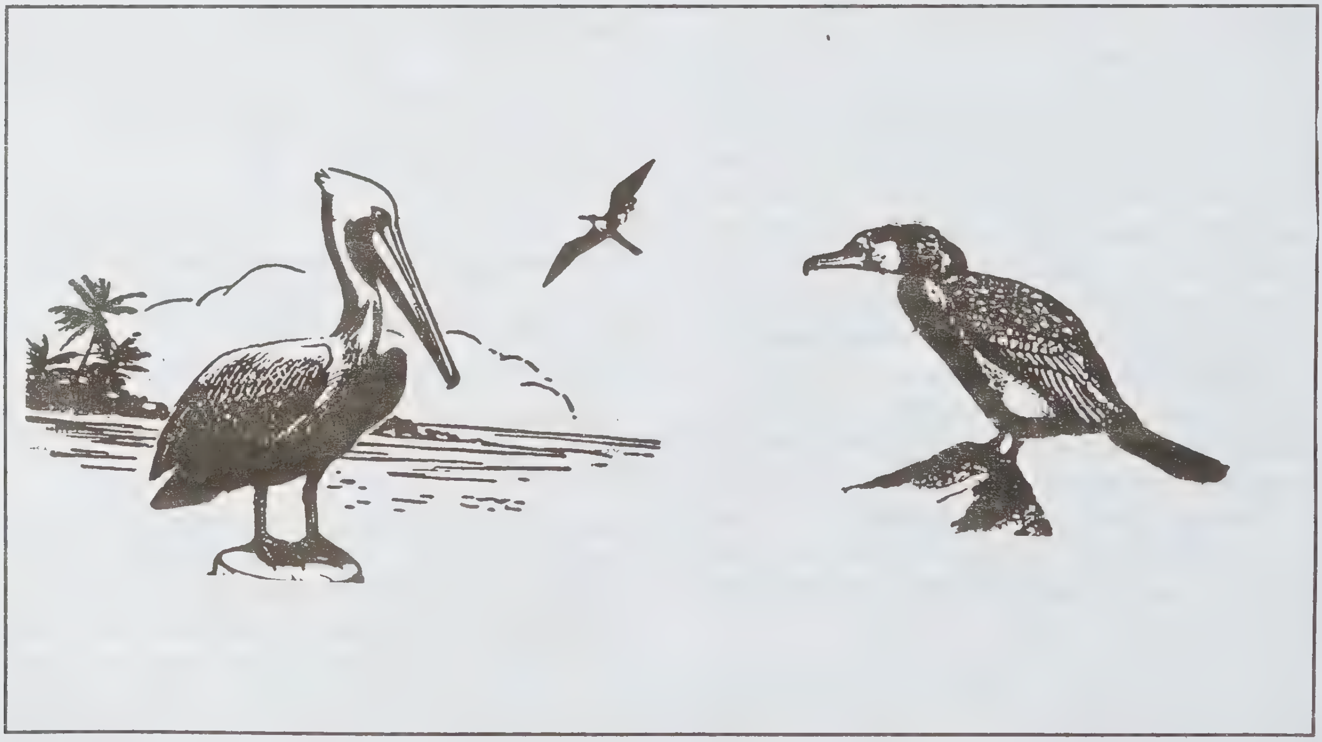
ஃபேலாக்ரோக்கோரோசினே என்னும் கிளைக் குடும்பத்தில் இந்தியப் பெரிய நீர்க்காகம், பச்சை நீர்க்காகம், சிறிய நீர்க்காகம் ஆகியன அடங்கும்.

இந்தியப் பெரிய நீர்க்காகம். இது 75 செ.மீ நீளமுடையது. இறக்கை 30செ.மீ. நீளம் உடையது. வால் 15செ.மீ. நீளமுடையது. அலகு அடர் பழுப்பு நிறமும் நெற்றி இளம் பச்சை நிறமும் பெற்றவை. கழுத்துப் பை மஞ்சள் நிறமும், கால்களும் பாதங்களும் கறுப்பு நிறமும் கொண்டிருக்கும்

தலை, கழுத்து, உடலின் அடிப்பகுதி, வால் ஆகிய பகுதிகள் கறுப்பு நிறம் கொண்டவை. முதுகும் உடலின் மேற்பகுதியும் வெண்கலம் தோய்ந்த பெரிய கறுப்புப் பட்டைகளுடன் காட்சியளிக்கும். மோவாயும், தொடையில் ஒரு பகுதியும் வெண்மையாகக் காணப்படும். அலகு மெலிந்து முனை வளைந்து காணப்படும். விழிப்படலம் (iris) பச்சையாக இருக்கும். முகத்தில் தூவிகள் அற்ற பகுதி பசுமையாகக் காணப்படும்.

இனப்பெருக்கக் காலங்களில் ஆண் நீர்க்காகத்தின் தலையிலும், கழுத்திலும் வெண்ணிற முடி அடர்த்தியாகக் காணப்படும். ஆணும், பெண்ணும் ஒன்று போன்றே தோற்றமளிக்கும். நவம்பர்-மார்ச் இதன் இனப்பெருக்கக் காலமாகும். கலவியில் ஈடுபடுவதில் பெரிய நீர்க்காகத்தில் மாறுபாடு காணப்படுகிறது. கலவியில் பெண் நீர்க்காகம் சுறுசுறுப்பாகக் காணப்படும். ஆண் நீர்க்காகத்தைக் கவர்வதிலும், கலவிக்குக் கத்தி அழைப்பதிலும் பெண் நீர்க்காகம் பெரும் பங்கு கொள்கிறது. ஆனால் மற்ற இனங்களில் ஆண் காகமே பெண் பறவையைக் கவர்வதில் ஈடுபடும்.

பாறைகளிடையே கூட்டை அமைத்துப் பெண்பறவை 4-7 முட்டைகள் இடும். நீள்வட்ட வடிவுடைய முட்டைகளின் ஒரு முனை கூர்மையாகக் காணப்படும். இவை பச்சை கலந்த நீல நிறத்தில் இருக்கும். முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் குஞ்சுகளுக்கு உடலில் சிறகுகள் இல்லை. குஞ்சுப் பொரித்த சில நாள்களுக்குப் பின்னரே இளஞ்சிறகுகள் முளைக்கின்றன. ஓராண்டு நிறைந்த குஞ்சுகளின் முதுகுப்புறம், தோள்பட்டை, இறக்கை மறைத்த இடங்கள், தொண்டையின் நடுப்பகுதி, மார்பு முதலிய பகுதிகளில் அடர் பழுப்பு நிறத்துடன் கூடிய



கருமை விளிம்பையுடைய சிறகுகள் காணப்படும். வயிற்றின் நடுப்பகுதி வெள்ளைச் சிறகுகளைக் கொண்டிருக்கும். பிறகு படிப்படியாகக் குஞ்சுகள் முதிர் பருவம் அடையும்வரை சிறகுகள் முளைக்கும்.

பெலிக்கன் பறவைகளைப் போன்றே நீர்க்காகமும் மீன்களை உணவாக உட்கொள்கிறது. இப்பறவை தன் உடல் முழுவதும் நீரில் அமிழ்ந்திருக்கும்படி மூழ்கித் திரிந்து வரும் ஆற்றல் பெற்றது. திறமையாகவும், விரைவாகவும் கழுத்தை நீட்டிக் கொண்டு பறக்கக்கூடியது. தரையில் நடக்கும்போது தத்தளித்து நடக்கும். நீர்க்காகம் பொதுவாக மரக்கிளைகளின் மீதோ, செடிகளின் மீதோ அமர்ந்து வெயிலில் காய்ந்து கொண்டோ அலகினால் இறகுகளைக் கொத்தித் தூய்மை செய்து கொண்டோ இருக்கும்.

இந்தியப் பெரிய நீர்க்காகம் ஆந்திரத்தின் பெல்லாரி மாவட்டத்தில் இனப்பெருக்கக் காலங்களில் காணப்படுகிறது. தென்னிந்தியாவில் அரிதாகச் சிறிய நீர்க்காகங்களோடு சேர்ந்து திரிவதைக் காணலாம்.

இந்தியப் பச்சை நீர்க்காகம். இந்நீர்க்காகம் உருவத்தில் பெரிதும் இந்தியப் பெரிய நீர்க்காகத்தை ஒத்திருக்கும். ஆனால் அளவில் சற்றுச் சிறியது. இதன் வாலில் 12 இறகுகள் காணப்படுகின்றன. இதன் அலகு அடர் பழுப்பு நிறத்தில் காணப்படும். ஆனால் அடிப்பகுதி சிவப்பாக இருக்கும். கண்குழி கறுப்பாகவும், தொண்டைப் புறத்தோல் மஞ்சள் நிறத்துடனும் காணப்படுகின்றன. கண்ணின் விழிப்படலம் நீலநிறத்தில் உள்ளது. கால்கள் கருமை நிறத்தில் காணப்படுகின்றன. தலையின் தோல் மஞ்சள் நிறத்தில் தோற்றமளிக்கும். கோடைக்காலத்தில் பச்சை நீர்க்காகத்தின் இறகுகள் உடலின் முதுகுப்புறம் தோள்பட்டைப் பகுதி மற்றும் இறக்கை மறைத்துள்ள பகுதியைத் தவிர்த்து மற்ற இடங்களில் கறுத்துக் காணப்படுகின்றன. உடலின் முதுகுப்புறம் தோள்பட்டை மற்றும் இறக்கையால் சூழப்பட்டுள்ள இடங்கள் வெண்கல நிறத்திலும் இவற்றின் விளிம்பு அல்லது ஓரங்கள் கறுப்பாகவும் தென்படுகின்றன. கண்ணிற்குப் பின்னாலுள்ள சிறகுகள் புள்ளிகள் போன்று காட்சியளிக்கின்றன. காதுகளை மறைத்துள்ள பின் பகுதியிலிருந்து முடிக்கற்றைகள் போன்றுள்ள இறகுகள் தோன்றுகின்றன.

மழைக் காலங்களிலும் இந்நீர்க்காகத்தின் இறகுகள் முன்பு குறிப்பிட்டது போன்றே இருக்கும். ஆனால் செவிப்பகுதியிலுள்ள செவிக் கொத்துகள் மட்டும் இருப்பதில்லை. தொண்டை சில வெண்ணிற இறகுகளைப் பெற்றிருக்கும். இப்பறவை ஜூலை - டிசம்பரில் இனப்பெருக்கம் செய்யும். இனப்பெருக்கக் காலங்களில் குச்சிகளைக் கொண்டு புளிய மரங்களிலும், நாணல்களிலும் கூடுகளை அமைக்கும். மற்ற நீர்க்காகங்களைப் போன்றே இதுவும் கூட்டம் கூட்டமாக இனப்பெருக்கம் செய்யும். பெரிய நீர்க்காகம் போல் இதுவும் 4-5 முட்டைகளை கூடுகளில் இடும். ஆனால் பெரிய காகங்களின் முட்டைகளைவிட இம்முட்டைகள் சிறியன. இளம்பறவையின் மேற்பரப்பு பழுப்பாகவும், மேற்புறப் பின்பக்கமுள்ள இறகுகளின் விளிம்புகள் தோள்பட்டை, இறக்கை மூடியுள்ள இடங்களில் கறுப்பாகவும் இருக்கும். தொண்டை வெண்ணிறமுடையது. மார்பும் வயிறும் ஓரளவோ முழுமையாகவோ வெண்மையாய்த் தோன்றும்.

இந்நீர்க்காகம் தென்னிந்தியாவில் நீர்வளம் மிக்க இடங்களில் காணப்படுகிறது. இது அடிக்கடி பெரிய ஆறு, ஏரி, பெரிய நீர்நிலைகளில் உலாவுவதைக் காணலாம். இந்நீர்க்காகத்தைப் பழக்கி மீன்பிடிப்பதற்கும் பயன்படுத்தியுள்ளனர்.

இந்தியச் சிறிய நீர்க்காகம். நீர்க்காகத்தின் இப்பிரிவுப் பறவை அண்டங்காக்கைகளை விடச் சற்றே பெரிதாயிருக்கும். ஆனால் இது இவ்வினங்களிலேயே மிகச் சிறியது; தோற்றத்தில் மேற்கூறிய நீர்க்காகத்தை ஒத்திருக்கிறது. தென்னிந்தியா முழுவதும் நீர்வளமிக்க இடங்களில் இதைக் காணலாம். தமிழ்நாட்டில் தஞ்சாவூர், இராமநாதபுரம், செங்கற்பட்டு மாவட்டங்களில் மிகுதியாகக் காணலாம். ஆனால் இதன் நிலையான இருப்பிடம் பெரிய குளங்களும் ஆறுகளுமாகும். நீர் குறைவான நீர்நிலைகளிலும் சிறிய நீர்க்காகம் வசிக்கிறது.

சிறிய நீர்க்காகம் தனித்தும் 8-10 காகங்கள் கொண்ட கூட்டமாகவும், இணையாகவோ ஆயிரக்கணக்கான பெரிய கூட்டமாகவோ பெரிய நீர் நிலைகளில் நீந்தித் திரிவதைக் காணலாம். மீன் இதன் முக்கிய உணவாகும். வயிறு நிரம்பியபின் இது மீன்களை மீண்டும் பிடித்துத் தரையில் விட்டு விளையாடுவதைக் காணலாம். இது மீன்களைப் பிடிக்கும்போது ஒன்றின் மேல் ஒன்று தாவிக் கூட்டமாகச் சுற்றி வந்து பிடிக்கும். சில சமயங்களில் இறக்கைகளை விரித்து வெயிலில் காய்ந்தபடி ஓய்வெடுக்கும்.

சிறிய நீர்க்காகத்தின் அலகு பழுப்பு நிறமுடையது. இனப்பெருக்கக் காலங்களில் இப்பறவை மங்கலான பழுப்பு நிறத்தில் காணப்படுகிறது. தொண்டையும் விழிக்குழிகளும் கருமையாக உள்ளன. கோடையில் சிறிய நீர்க்காகம் மங்கலாகத் தோற்றமளிக்கிறது. இதன் கால்கள் கருமையாகக் காணப்படுகின்றன. கோடையில் இதன் நெற்றித் தலையின் பொட்டுப் பக்கங்கள், உச்சிப் பக்கங்கள் முதலியன கறுப்பாயுள்ளன. மேலும் இப்பகுதிகளில் குறுகலான

வெள்ளைக்கோடு காணப்படுகிறது. கண்களின் பின் கோணப் பகுதியிலிருந்து ஒரு வரி நீண்டுள்ளது. இவ்வரி வெள்ளை நிறத்தில் பிடரி மற்றும் இறக்கை மூடியுள்ள பகுதி வரை நீண்டுக் காணப்படுகிறது. ஏனைய சிறகுகள் பளிங்கு போன்று கறுப்பாக உள்ளன.

மழைக்காலங்களில் முகவாய்ப் பகுதி வெண்மையாக இருக்கும். தலையையும் கழுத்தையும் சுற்றிலும் பழுப்பு நிறம் காணப்படுகிறது. இப்பகுதிகளில் பழுப்பு நிறத்திற்கிடையே கறுப்பு நிறமும் கலந்துள்ளது. கறுப்பு நிறம் தலையின் நடுவிலும் பிடரியிலும் ஓங்கிக் காணப்படுகிறது. முதுகுப்பகுதியையும் உடலையும் சூழ்ந்துள்ள பகுதிகள் வெளிறிய பழுப்பு நிறத்துடன் கறுப்பு நிற வரியுடன் பார்ப்பதற்குச் செதிலைப் போன்று தோற்றமளிக்கின்றன. ஜுன்-ஆகஸ்ட் வரை இது இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. இனப்பெருக்கக் காலம் பிப்ரவரியில் தொடங்குகிறது. குச்சிகளினால் மென்மையாக கூட்டை அமைக்கிறது. இப்பறவை மற்றப் பறவைகளுடன் சேர்ந்து கூடமைக்கிறது. இது நான்கு முட்டைகளை இடும். புதிதாக இடப்பட்ட முட்டைகள் பச்சை கலந்த நீல நிறத்தில் இருக்கும். முட்டைகளைச் சூழ்ந்து ஒரு வெள்ளை நிறப் பூச்சு காணப்படும். முட்டையிலிருந்து வெளிவந்த குஞ்சுகள் தலையில் சிறகுகள் அற்றுக் காணப்படும். கழுத்து, முதுகின் நடுப்பகுதி, உடலின் கீழ்ப்பகுதி ஆகியன புகை படிந்த பழுப்பு நிறத்தில் இறகுகளினால் மூடப்பட்டிருக்கும்.

- பா. ஆனந்தன்

நீர்க்கிணறு

இது புவியின் அடியிலுள்ள நீரை எடுப்பதற்காகத் துளையிட்டுச் செங்குத்தாகத் தோண்டப்படும் ஓர் அமைப்பாகும். சில நேரங்களில் இக்கிணறு புவிக்கடியில் புலனாய்வு செய்யவோ நீரைத் தேக்கி வைக்கவோ கழிவு நீரை வெளியேற்றவோ பயன்படுகின்றன.

சோதனைத் துளை. பொதுவாகப் புதிய இடங்களில் கிணறு அமைப்பதற்கு முன் சோதனைத் துளையினை இடுவர். இதனால் புவிக்கடியிலுள்ள நீரின் ஆழம், அமைவிடம், நீரின் தரம், பண்பு, நீரைத் தேக்கி வைத்திருக்கும் மணலின் (aquifer) தடிமானம் முதலியவற்றை அறிய முடிகிறது.

குறைந்த ஆழம் கொண்ட கிணறு. இவ்வகைக் கிணறு 15 மீட்டருக்கும் குறைவான ஆழத்தைக் கொண்டு தோண்டப்படும்.

தோண்டப்படும் கிணறு (dug-well). இதனை அமைக்கக் கடப்பாறை, கோடாரி போன்ற கருவிகள் தேவை. தோண்டி எடுக்கப்பட்ட சிறுகற்கள், மணல் ஆகியன கம்பி, கயிற்றின் உதவியால் வெளியேற்றப்படுகின்றன. கிணற்றின் சுவர்கள் செங்கற்கள் அல்லது சிமெண்ட் கலவையால் கட்டப்படுகின்றன. நீர் எளிதாக வரவேண்டிக் கற்களுக்கு இடையில் துளைகள் அமைக்கப்படுகின்றன. இவ்வகைக் கிணறுகள் பொதுவாக நீர் மட்டத்திற்குக் கீழ் 5 அல்லது 6மீ ஆழம் தோண்டப்படும். மணல் ஊற்றுக் கிணறுகள் என்றால் கிணற்றின் சுவர்ப்பக்கம் சிறிய கூழாங்கற்கள் அமைக்கப்படும்.

குழாய்க் கிணறுகள். நீர்மட்டம் ஆழத்திற்குச் சென்றுவிட்டால் குழாய்க் கிணறுகள் அமைக்கப்படுகின்றன. குழாய்க் கிணறுகள் கைகளால் இயக்கும் கருவிகளாலும் எந்திரக் கருவிகளாலும் அமைக்கப்படுகின்றன. கைகளால் இயக்கிப் போடும் குழாய்க் கிணறுகள் 15-20 செ.மீ. அகலமாகவும், 15மீ. ஆழமாகவும் அமையும். ஆனால் ஆற்றல் மூலம் இயங்கும் ஆக்கர் கருவிகள் போடும் குழாய்க் கிணறுகள் 1 மீ. அகலமும் 30 மீ. ஆழமும் இருக்குமாறு அமைக்கலாம்.

வரிசை இணைப்புக் கிணறுகள். இவை குழாய்கள் வரிசையாக இணைக்கப்பட்ட கிணறுகள் ஆகும். மணல் பகுதியில் அமைக்கப்படும் இக்கிணறுகளின் குழாயில் நீர் மட்டத்திற்குக் கீழ் வலைக் குழாய்களும் அதன் அடியில் இரும்புக் கூம்புகளும் மூடியிருக்கும். இக்குழாயின் அகலம் 3-10 செமீ. இதன் ஆழம் 15மீ. குறைவாக இருக்கும்.

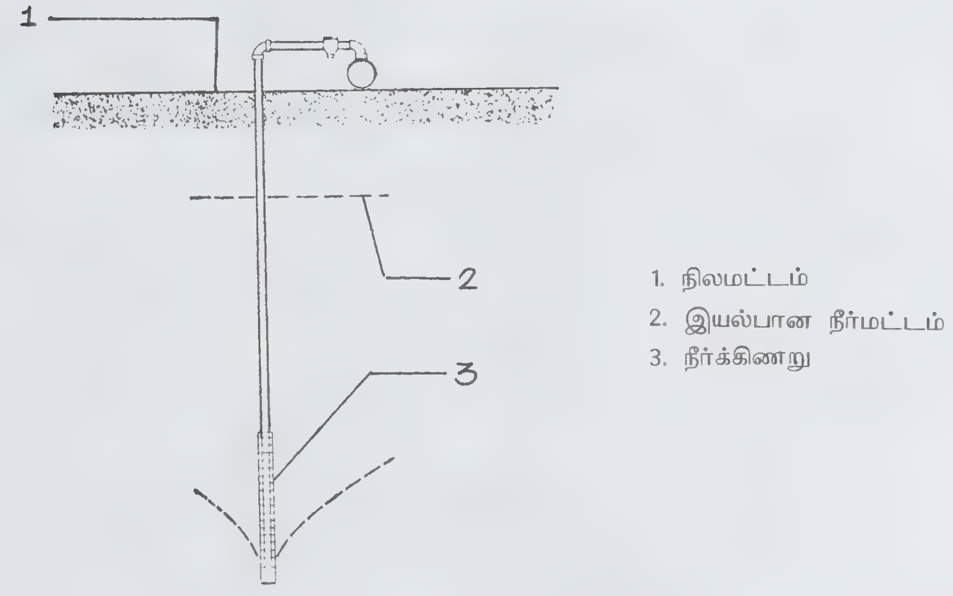
ஆழ்துளைக் கிணறுகள். இவ்வகைக் கிணறுகள் பெர்கூசன் அல்லது கயிற்றுக் கருவி (percussion or cable tool), நீர் ஆற்றல் கொண்டு சுழலும் கருவி (hydraulic rotary), எதிர்ச் சுழல் கருவி (reverse rotary) என மூவகையால் துளைக்கப்படுகின்றன.

பெர்கூசன் அல்லது கயிற்றுக் கருவி முறை. கருவியில் துளை போடும் வண்டி, பெர்கூசன் கருவி, ஒரு பிணைப்பான் ஆகியவை உள்ளன. இக்கருவியைக் கொண்டு 5-60 செமீ. அகலத்திற்குக் கெட்டியான பாறையில் துளையிடலாம். கடினத்தன்மை அற்ற பாறை போன்ற இடங்களில் எளிதில் துளைபோட இயலும். இக்கருவியின் அடியிலுள்ள துளைப்பானின் கீழ்ப்பகுதி மிகவும் கூர்மையாக இருக்கும். இதனால் பாறையை எளிதில் உடைக்க முடியும். துளைப்பானை மேலேற்றி வேகமாகக் கீழ் இறக்குவதால் எளிதாகத் துளை போடலாம். துளைப்பானால் நொறுங்கிய பாறைகள் பிணைப்பான் உதவியால் வெளியேற்றப்படுகின்றன. பிணைப்பானைக் கிணற்றில் இறக்கும்போது ஒரு சிறுகதவு திறந்து கொண்டு நொறுங்கிய பாறைகளை உள்ளே செல்ல அனுமதிக்கிறது.

நீர் ஆற்றல் கொண்ட நேர் சுழலும் கருவி. இது மிக விரைவில் துளையிடும் ஆற்றல் கொண்டதும், கடினத்தன்மை அற்ற பாறைகளில் துளைபோடக் கூடியதுமாகும். இக்கருவி ஆழமான கிணறு போடக் கையாளப்படுகிறது. இது தொடர்ந்து பணி ஏற்கும்போது துளைப்பானில் உள்ள குழாயின் வழியாகப் பெண்டோனைட் என்னும் நீரும் கலந்து செலுத்தப்படுகிறது. இதனால் துளைப்பானால் துளையிடும்போது குழாய் இறக்க வேண்டிய தேவையில்லை. இந்தக் களிமண் கிணற்றின் சுவரில் பூசப்படுவதால் பள்ளங்கள் இராதவாறும், மண் சரியாமலும் பாதுகாக்கப்படுகிறது.

இருக்கும். ஆனால் கடினத் தன்மையற்ற பாறையில் பெரிய குழாய்களைத் தவறாது இறக்க வேண்டும். இல்லையேல் கிணற்றுச் சுவரில் உள்ள சிறுமணல், பெருமணல் ஆகியன கிணற்றைப் பாழாக்கிவிடும். மணல் போன்ற இடங்களில் சிறு துளையிட்ட குழாய்களையும் பிற இடங்களில் துளையிடாத குழாய்களையும் இறக்குவர்.

கிணற்றைத் தூய்மையாக்குதல். எக்கி, பேரலை முறை, கற்றமுத்தத்தை உட்செலுத்தல் போன்ற பல்வேறு வகைகளில் கிணற்றைத் தூய்மையாக்கலாம்.



நீர் ஆற்றல் கொண்ட நேர் சுழலும் கருவி

எதிர்ச் சுழல் கருவி. இதைக் கொண்டு 1.2 மீ அகலத்திற்குக் கடினத்தன்மையற்ற பாறையில் துளையிட முடியும். இது நீராற்றல் கொண்டு நேர் சுழலும் கருவி போன்ற அமைப்பையே பெற்றிருப்பினும் இதில் பெரிய சுழல் கருவியும் 15 செ.மீ. அகலம் கொண்ட துளைக் குழாயும் காணப்படும். கிணற்றில் வெட்டி எடுக்கப்பட்ட பொருள்கள் நீரால் வெளியேற்றப்படும்.

இப்பொருள்கள் துளைப்பான், துளைக்குழாய், கெல்லி வழியாக ஒரு பெரிய தொட்டிக்குக் கொண்டு வரப்படும். இம்முறை நேர் சுழல் கருவிக்கு எதிர்த் திசையில் செயல்படுவதால் இதை எதிர்ச் சுழல் கருவி என்பர்.

துளைக் குழாய் அமைப்பு. கடினப் பாறையில் கிணறு அமைக்கும்போது கிணற்றின் சுவர் பாதிப்பின்றி அசையாமல்

கிணற்று நீரின் அளவைக் கணக்கிடுதல். கிணற்றைத் தூய்மை செய்ததும் கிணற்று நீரின் அளவு (yield test) காண வேண்டும். இதை அடிப்படையாகக் கொண்டு கிணற்றில் இறக்க வேண்டிய எக்கி (pump) வகை கணக்கிடப்படும்.

சேகரக் கிணறு. நதிக் கரைகளிலுள்ள நகரம் மற்றும் தொழிற்சாலைகளில் இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஓர் உருளையை மணல் ஊற்றுள்ள இடங்களில் இறக்குவர். அப்போது நடுவில் காணப்படும் மலை போன்ற புவிப்பொருள்களை (earth materials) வெளியேற்றுவர். தேவையான அளவு வந்தவுடன் அடிப்பகுதியைக் கற்காரைச் செருகு (concrete plug) கொண்டு அடைத்துவிடுவர்.

15-20 செமீ. விட்டமுள்ள குழாய்களைப் படுக்கை முறையில் எண் செருக வேண்டும். இதைப் போல் பல எண்ணிக்கைகள் கொண்டும், நீள வேறுபாடு கொண்டும், வட்ட வடிவம் கொண்டும் நீர்மட்டத்திற்குக் கீழ் இந்த அமைப்பு இருக்க வேண்டும். இவ்வகைக் கிணற்றால் பெருமளவு நீர் சேகரம் செய்யப்படுவதோடு பராமரிப்புச் செலவும் குறைவு. நீரினமுத்தம் இடங்களைப் பொறுத்து மாறுபடும். பொதுவாக இந்தக் கிணற்றின் நீரினளவு 2500 லி/நொடி எனக் கிடைக்கும்.

- ஜே.கு. தினகரன்

நீர்க்கிராம்பு

இதைக் காட்டு கிராம்பு என்றும் கூறுவதுண்டு. இதன் தாவரப் பெயர் லட்விஜியா ஹைசோபிஃபோலியா *(Ludwigia hyssopifolia)* என்பதாகும். இதன் இணை தாவரப் பெயர்கள் ஜுசேயா ஹைசோபிபோலியா *(Jussieua hyssopifolia)*, ஜு லினிஃபோலியோ *(J.linifolia)*, ஜு. சஃப்ருட்டிகோசா *(J.suffruticosa)* என்பனவாம். ஒனகிராசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இச்செடியை இந்தியா முழுவதிலும் காணலாம். வழக்கமாகச் சமவெளியில் ஈரமுள்ள இடங்களில் வளரும். மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைகளில் 900 மீ. வரையிலும் கூடக் காணலாம். இச்செடியை இந்தியா தவிர வெப்ப மண்டல ஆப்பிரிக்கா, மலேசியா, வடக்கு ஆஸ்திரேலியாவிலும் காணலாம்.

அமைப்பு. இது பல்லாண்டு உயிர் வாழும். இந்தக் கிளைக்கும் செடி நேராக வளரும் தன்மையுடையது. இதன் இலைகள் மாற்றடுக்கில் முழுமையாக இருக்கும். அகன்ற நீள்முட்டை வடிவ இலைக்காம்பில் முடி இருக்கும். மஞ்சரி ஒற்றை மலர் கொண்டது. மலர்கள் மஞ்சள் நிறமானவை. டிசம்பர் - ஜனவரியில் பூக்கின்றன. இலைக்கோணத்தில் பூக்காம்பின் நீளம் 4 மி.மீ. முக்கோண வடிவப் பூவடிச் செதில்கள் இரண்டு புல்லிகள் கொண்ட குழலாயிருக்கும். நான்கு மடல்கள் குத்துவாள் வடிவிலும் கூர்மையாயும் நிலைத்துமிருக்கும். தலைகீழ் முட்டை வடிவ அல்லிகள் 4, வட்டத்தட்டின் மீது செருகப்பட்டிருக்கும். மகரந்தத்தாள்கள் அல்லிகளின் எண்ணிக்கைக்கு இரு மடங்கில் காணப்படும். மகரந்தக்கம்பியின் நீளம் 2மி.மீ; கீழ்மட்டச் சூல்பை 4-5 அறைகளைக் கொண்டது. பல சூல்கள் அச்சுச் சூலொட்டு முறையில் செங்குத்து வரிசைகளில் அமைந்திருக்கும். சிறிய சூலகத்தண்டு எளிமையானது. சூலகமுடி 4-5 மடலாயிருக்கும். வெடிகனி (capsule) ஏறக்குறைய நான்கு அறைகளுடனிருக்கும். இக்கனிகள் செடியில் நீண்டகாலம் நிலைத்திருக்கும். கிராம்பை ஒத்தும், காகிதம் போன்றும் எட்டு வரிகளுடன் இருக்கும். நுண்ணிய முட்டை வடிவ விதைகள் எண்ணற்றவை. இவை நொறுங்கக்கூடிய புற உறையும், பளபளப்பும் பெற்றவை. கரு, கவ்வுப் போன்று உறையினுள் அமைந்திருக்கும். மழுங்கிய வித்திலைகள் நீள் சதுரமானவை.

பயன். இச்செடி சிறுநீரைப் பெருக்கும். வயிற்றுப் புழுக்களைக் கொல்லும். மலத்தை இளக்கும். வயிற்றுப்புசத்தை நீக்கும். உணவைச் செரிக்கச் செய்யும். இச்செடிச் சாற்றை நீர்க்கோவை, குருதிக்கசிவு போன்ற நோய்களுக்குத் தருவதுண்டு. வேர்ச்சாறு காய்ச்சலைப் போக்கும். இலையை அரைத்துத் தலைவலிக்குப் பற்றிடலாம். நரம்புக் கோளாறு, கழுத்துச் சுரப்பிக் கோளாறு, விதையழற்சி ஆகிய நோய்களையும் இது நீக்குகிறது. இலையிலிருந்து தேநீர் போன்ற சாறு தயாரித்து அருந்தலாம். ஆப்பிரிக்க மக்கள் இச்செடியைக் கீல்வாத நோயைப் போக்கப் பயன்படுத்துகின்றனர். படம் 617ம் பக்கம் காண்க.

- கோ. அர்ச்சுணன்

நீர்க்குழாய்க் கொதிகலன்

நீர்க் குழாய்களுக்குள் செல்லும் ஒரு நீராவிக் கொதிகலனே நீர்க்குழாய்க் கொதிகலன் (water-tube boiler) ஆகும். இக்கொதிகலன்களில் குழாய்களுக்கு வெளியிலிருந்து வெப்பமூட்டப்படும். அடுப்பிலிருந்து வரும் புகை மேலும் கீழுமாக இரண்டு மூன்று முறை சென்று குழாய்களை நன்கு சூடாக்கி மீண்டும் பாத்திரத்தை வந்தடையும் வண்ணம் அவை பாத்திரத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். கலன் தவிர, பிற பக்கங்கள் அனைத்தும் சுவர்களால் சூழப்பட்ட அறைக்குள் அமைந்திருக்கும். இச்சுவர்களின் உட்பக்கம் நீர், செங்கற்களாலும் வெளிப்பக்கம் சாதாரண செங்கற்களாலும் கட்டப்பட்டுள்ளன.

எரிபொருளை அடுப்புக்குள் செலுத்தவும், உள்ளே இருக்கும் பகுதிகளை ஆய்ந்தறியவும் தூய்மையாக்கவும் பழுது நீக்கவும் பல கதவுகள் சுவர்களில் ஆங்காங்கே பொருத்தப்பட்டிருக்கும். கலன்கள், குழாய்கள், ஏனைய பகுதிகள் இவற்றை எஃகிலான தூண்களும் விட்டங்களும் (beams) தாங்கி நிற்கின்றன. பாத்திரத்தின் ஒவ்வொரு முனையிலும் ஒரு மூடி காணப்படும். கொதிகலனைத் தூய்மையாக்க மனிதர்கள் சென்று வர இயலும். கொதிகலன் செயல்படாதபோது இம்மூடியைக் காற்றுப் புகாவண்ணம் நன்கு மூடிவிட வேண்டும்.

இவ்வகைக் கொதிகலன்களில் வெப்ப ஈர்ப்பிற்கென உள்ள உயர் அழுத்த பகுதிகள் சிறிய குழாய் வடிவில் அமைக்கப்பட்டு நீராவி உருளையுடன் இணைக்கப்படும். இந்த உருளை

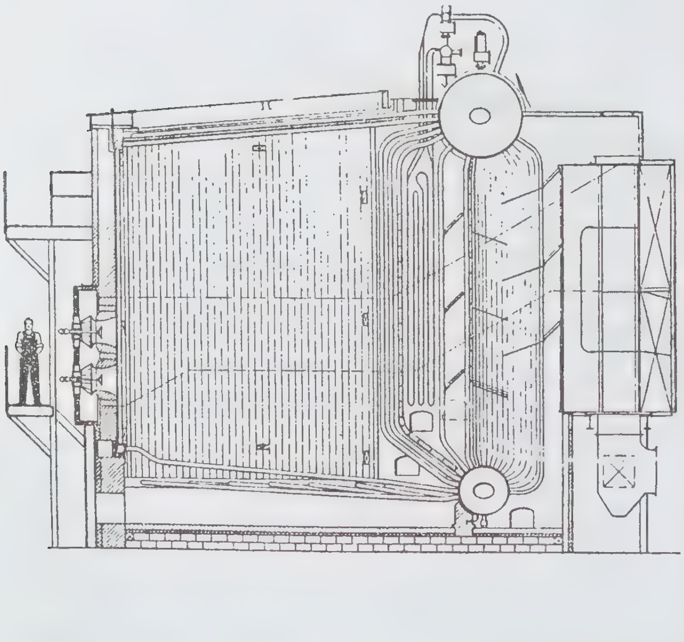
நீர்க்கிராம்பு *(Jussieua suffruticosa)*

அதிக வெப்பம் உற்பத்தியாகும் இடங்களிலிருந்து தடுத்து வைக்கப்படுவதால் எதிர்பாராத விதமாக ஏற்படும் வெடிவிபத்துகள் தடுக்கப்படுகின்றன.

குழாய்களின் நீளம், எண்ணிக்கை, அழுத்தம் ஆகியவற்றை அதிகரிப்பதன் மூலம் நீர்க்குழாய்க் கொதிகலன்களின் திறனை அதிகரிக்கலாம். குறைந்த விட்டமும் அதிகத் தடிமனும் கொண்ட குழாய்கள் மிகுந்த உள் அழுத்தத்தைத் தாங்கும் திறன் பெற்றவை. நீர்க்குழாய்க் கொதிகலன்களை நேர்குழாய் (straight tube), வளைந்த குழாய் (bent tube) என இருவித அமைப்புகளாகப் பிரிக்கலாம்.

வளைந்த நீர்க்குழாய்க் கொதிகலன். இதில் மேலே ஓர் உருள் கலனும் கீழ்ப்பகுதியில் உருள்கலனும் இருக்கும். இவை வளைந்த நீர்க்குழாய்களால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். மேலே உள்ளவை நீரையும் நீராவியையும் உள்ளடக்கியுள்ளமையால் நீராவிப் பாத்திரங்கள் எனவும், கீழே உள்ளவை நீரிலுள்ள மாசைச் சேகரிப்பதால் அவை சேற்றுப் பாத்திரங்கள் (mud drums) எனவும் வழங்கப்படுகின்றன.

நீர்க்குழாய்கள் எப்படி வேண்டுமாயினும் வளைக்கப்படலாம் என்பதால் குறைவான பருமனுள்ள இடத்தில் மிகுதியான குழாய்களைப் பொருத்தி அதிக நீராவியை உற்பத்தி செய்ய இயலும். நீரைத் தூய்மையாக்கப் பல நவீன முறைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.



பயன். அதிகளவு நீராவியோ அதிக அழுத்தமுள்ள நீராவியோ தேவைப்படும் இடங்களுக்கு இவ்வகைக் கொதிகலன்கள் ஏற்றன. இதிலடங்கியுள்ள நீரினளவு குறைவாக உள்ளமையால் விரைவில் அதனை இயக்கி நீராவியைப் பெற இயலும். இது நீராவித் தேவையில் ஏற்படும் சிறிய மாற்றங்களை ஈடுகட்ட வல்லது. மிகு அளவில் நீராவியை உற்பத்தி செய்யும் திறன் மிக்கது. இதிலும் உருள் கலன்கள் இருப்பினும் அவை சிறியவையாகவும் எஃகுத் தகட்டினால் ஆனவையாகவும் இருக்கும்.

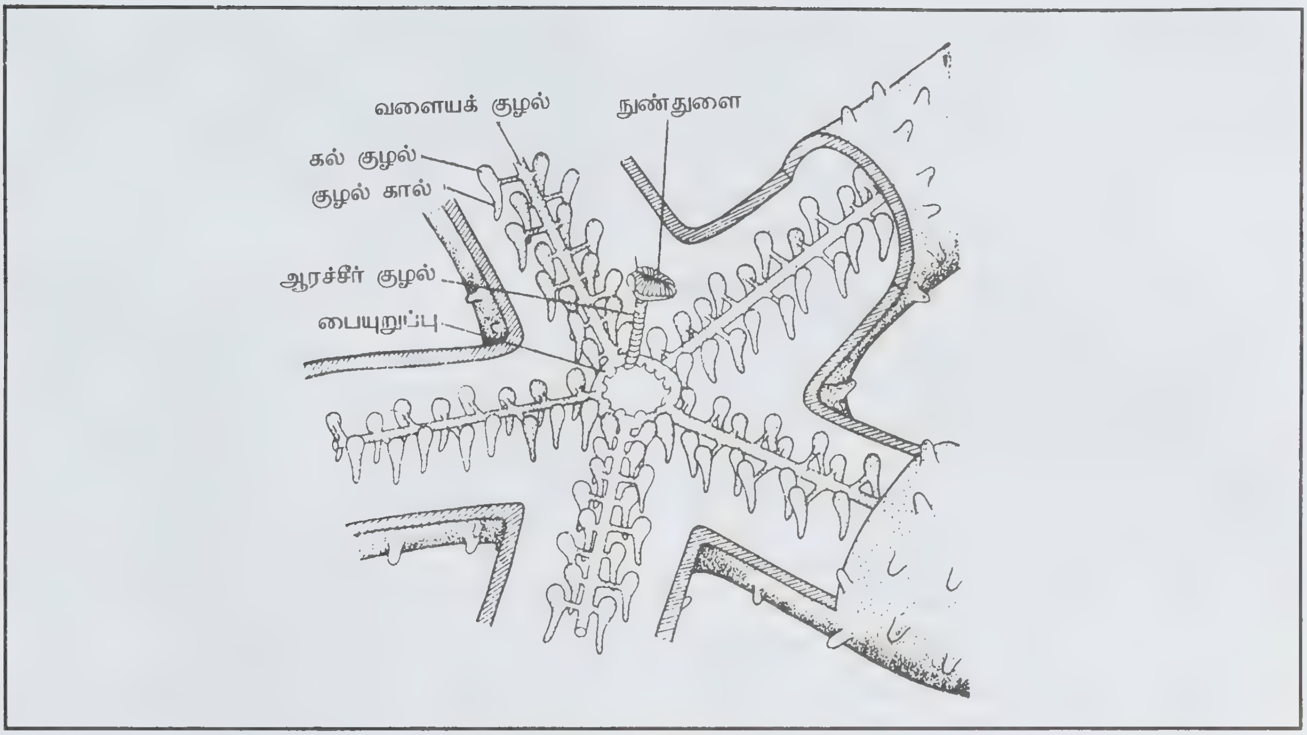
- கே.ஆர். கோவிந்தன்

நீர்க்குழாய் மண்டலம்

முள்தோலிகளின் மிக முக்கியமான பண்புகளில் நீர்க்குழாய் மண்டலமும் (water vascular system) ஒன்றாகும். இதனை ஆம்புலாக்ரல் மண்டலம் (ambulacral system) என்றும் கூறுவர். இம்மண்டலம் முழுவதும் உடற்குழியிலிருந்து (coelom) உண்டாகிறது. இக்குழல்கள் முழுவதும் இழைகளால் (cilia) போர்த்தப்பட்டுள்ளன. முள்தோலிகளில் இம்மண்டலம் உணவைப் பிடிப்பதற்கும் இடப்பெயர்வுக்கும் (locomotion) உதவுகிறது. இம்மண்டலத்தில் சல்லடைத்தகடு (sieve plate), கல் குழல் (stone canal), நீர் வளையம் (water ring), ஆரச்சீர் குழல் (radial canal), குழல் கால் (tube foot) எனப் பல பகுதிகள் உள்ளன.

சல்லடைத்தகடு. இது பொத்தான் போன்ற அமைப்பை உடையது. இது கடினமான, வட்ட வடிவுள்ள கால்சியம் கலந்த தகடாகும். இரண்டு ஆரச்சமச்சீர் நிலைக்கு நடுவில், கைகளின் அடியில் இது அமைந்துள்ளது. உருப்பெருக்கியில் நோக்கும்போது இத்தகட்டில் மிகுதியான துளைகள் இழைகளால் போர்த்தப்பட்டுள்ளமை தெரியவரும். இத்தகடு சல்லடை போன்று செயல்படுகிறது. ஒவ்வொரு துளையும் துளைக்குழாயிலும் (pore canal), சேர்க்கும் குழாயிலும் சேர்ந்து இறுதியில் பையைப் போன்ற உறுப்பில் (ampulla) முடிகிறது.

கல் குழல். இது கால்சியம் கலந்த வட்ட வடிவங்களால் உறுதிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் உட்சுவர் முழுவதும் நீண்ட சாட்டை போன்ற இழைச் செல்களால் ஆனது. இச்செல்கள், நீரை உள்ளே இழுக்கின்றன. இவற்றின் நடுப்பகுதி வரிமேட்டைத் தாங்கி நிற்கிறது. நீர், முன்னும் பின்னும் சுற்றி வரும் வண்ணம் உள்ளீடு பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. கல் குழலின் நடுச்சிரை மைய உறுப்பால் சூழப்பட்டிருக்கிறது. இது மெல்லிய விரிந்த உட்குழிப் பையாகும்.



நட்சத்திர மீனின் நீர்க்குழாய் மண்டலம்

வட்டக்குழல். வாயைச் சூழ்ந்துள்ள இது விரிந்தது. அறுகோண வடிவிலானது.

டீட்மேன் உறுப்பு. இது ஐந்து இரட்டையான சிறிய, மஞ்சள் கலந்த, சீரற்ற சுரக்கும் உறுப்பாகும். ஆஸ்டீரியாசில் (asterias) 9 உள்ளது. இதன் பணி புலனாகவில்லை. நிணநீர்ச் சுரப்பிகளைப் போலவே செயல்படும் அமீபோசைட்டுகளை உருவாக்குவதாகக் கருதப்படுகிறது. இது உள்ளீடற்றது. மடிப்புகளை உடையது. இவற்றினுள் உடற்குழி நீர்மமும், உடற்குழிச் செல்களும் உள்ளன.

போலியன் பிதுக்கங்கள். இவை தசைப்பைகளாகும். கழுத்து நீண்டுப் பழம் போன்ற அமைப்பை உடையது. ஆஸ்டீரியே வகைகளில் இவ்வமைப்பு கிடையாது. அஸ்டிரினா கிப்போசாவில் ஒன்றும், ஆந்தினியா பிளாவசன்னலில் இரண்டும், அஸ்ட்ரோபெக்டனில் நான்கும் உள்ளன. விரிந்து சுருங்கும் அமைப்புகளான இவை நடு உறுப்புகளாக அமைந்து, அழுத்தத்தை நெறிப்படுத்துகின்றன. அதே நேரத்தில், நிணநீர்ச் சுரப்பிகளாகவும் செயல்பட்டு அமீபாச் செல்களை உண்டாக்குகின்றன.

ஆரக்குழாய். இது இழைகள் கொண்டது. கையின் முனைவரை நீண்டுள்ள இதனடியில் கண் உள்ளது.

பக்கக்குழல். இரட்டையான குழாய்க்காலின் அடிப்பகுதி வரை ஒட்டியிருக்கிறது. இவற்றுள்ளும் தடுக்கிதழ் (valve) அமைந்து நீர்மம் ஆரக்குழாயின் வழியாகப் பின்னோக்கி வருவதைத் தடை செய்கிறது.

குழல் கால். இருபடையாக ஒவ்வொரு கையின் பள்ளத்திலும் அமைந்திருக்கிறது. உள்ளீடற்றது. நீளத்தக்க மெல்லிய சுவராலானது. மூடப்பட்ட குழலாகும். முனையில் தட்டையாக ஒட்டும் உறுப்புகளைப் பெற்றது. இதனால் எளிதில் ஒட்டிக் கொள்ளும். இவற்றுடன் மின்விளக்குப் (bulb) போன்ற பையுறுப்புகள் ஒட்டியிருக்கின்றன. இவையும் இரண்டு அடுக்காக அமைந்துள்ளன.

ஆஸ்டீரியாய்டியே. மேல்புறத் துளை வழியாக உட்குழாய்கள் அனைத்தும் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. வெளித்துளை, துளைத்தட்டு எனப்படுகிறது. திட்டுகளும், பள்ளங்களும் நிறைந்துள்ளன. பள்ளங்களில் 200-க்கும் மேற்பட்ட துளைகள் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு துளையும் துளைக்குழாய்க்குள் செல்லும். பெரும்பாலான உயிரிகளில் ஒரே சல்லடைத்தட்டு மட்டுமே இருக்கிறது. இருப்பினும் சிலவற்றில் பலவும் உள்ளன. சல்லடைத்தட்டிலிருந்து கல்குழாய் தொடங்குகிறது. கல்குழாய், வட்டக் குழாயுடன் தொடர்புக் கொண்டிருக்கிறது. இது, வாயைச் சுற்றியுள்ளது. வட்டக் குழாயிலிருந்து

5 கதிர்க் குழாய்கள் வெளியே செல்கின்றன. பல பக்கவாட்டுக் குழல்கள் கதிர்க் குழாயிலிருந்து தோன்றுகின்றன. இறுதியில் இவையனைத்தும் பையுறுப்புப் பகுதியில் முடிவடைகின்றன. பையுறுப்பு காலுடன் இணைந்திருக்கிறது. வட்டக் குழாய் 5 போலியன் பிதுக்கங்களை உண்டாக்கியிருக்கிறது. வட்டக் குழாயின் உட்புறம் 5 இரட்டையான, சிறிய டீட்மேன் உறுப்புகள் உள்ளன.

நீர்க்குழாய் மண்டலம் இடப்பெயர்வுக்குப் பெரிதும் உதவுகிறது. நட்சத்திர மீன், குழல் கால்களால் நடக்கிறது. நீர், சல்லடைத்தட்டு வழியாக நுழைந்து, கல்குழல், வட்டக் குழல், கதிர்க்குழல், கால்குழாய் வழியாகப் பையுறுப்புக்குச் செல்கிறது. இவ்வுறுப்பு விரிந்து சுருங்குவதால் குழாய்க்கால் நீர் வரப்பெற்று நிறைகிறது. ஒட்டும் தன்மையான குழாய்க்காலின் முன்முனை பொருள்களைத் தொட்டுச் சுருங்குகிறது. நீர், பையுறுப்புக்குள் போவதும் சுருங்குவதுமாக உள்ளமையால் நட்சத்திர மீன் எளிதாகச் செல்கிறது. இம்முறையே ஏனைய வகுப்புகளிலும் காணப்படுகிறது.

நீரழுத்த முறையில் நீர்க்குழாய் மண்டலம் செயல்படுகிறது. இம்மண்டலம் முழுவதும் நீர் போன்ற நீர்மத்தாலேயே நிரப்பப்பட்டிருக்கிறது. 30 செமீ. குறுக்களவுள்ள கால், 5 செமீ. நீளம் நீளும். குழாய்க்கால்களில் பல்லிக் கால்களைப் போன்று வெற்றிடம் ஏற்பட்டு ஒட்டி நடக்கும். மெதுவாக, அதே நேரத்தில் ஒழுங்குமாறி முன்னோக்கிய பயணத்தை உயிரி மேற்கொள்ள முடிகிறது. ஒரு நிமிட நேரத்தில் 15 செமீ. அளவிற்கே இடப்பெயர்வு நிகழ்கிறது.

பாறைகளின் மேல் ஒட்டிக் கொள்ளவும், உணவைப் பிடிக்கவும், தொடு உணர்ச்சி, சுவாச உறுப்புகளாகவும் இம்மண்டலம் செயல்படுகிறது. நிணநீர் மண்டலத்தைப் போன்று செயல்படுவதாலும், அமீபோசைட்டுகள் மிகுதியும் உண்டாக்கப்படுவதாலும் நீர்க்குழாய் மண்டலம் இடப்பெயர்வுக்கு மட்டுமன்றி முள்தோலிகளின் எதிர்ப்பாற்றலுக்கும் பெரிதும் பயனாகிறது.

துணைநூல். R.L. Kotpal, *Echinodermata,* Rastogi Publications, Meerut, 1985.

நீர்க்கூட்டு வெடிமருந்துகள்

உலோகச் சுரங்கப் பணிகளுக்கும், பாறையை உடைத்து மண்வாரி எடுக்கும் பணிகளுக்கும் நீர்க்கூட்டு வெடிமருந்துகள் (water-gel explosives) பெரிதும் பயன்படுகின்றன. கடந்த முப்பதாண்டுகளாக நீர்க்கூட்டு வெடிமருந்துகள், வணிகத் துறையில் குறிப்பிடத்தக்கவையாக உள்ளன. இவற்றைப் பொதுவாகக் குழைம வெடிமருந்துகள் என்பர்.

1874ல் ஏபெல் எனும் ஐரோப்பிய அறிவியலார் முதல் 1981 இல் மகாதேவன் என்னும் தமிழறிஞர் வரை பலர் இந்த ஆய்வுகளில் ஈடுபட்டு வந்துள்ளனர். 1955இல் ஸ்டெரிங், கிர்ஷன்பாம் ஆகிய இரு அமெரிக்கர்கள் அலுமினியத் தூளையும், அம்மோனியம் நைட்ரேட் உப்பையும் நீரில் கலந்து கூட்டு வெடிமருந்துத் தயாரிக்கும் முறையைக் கண்டுபிடித்தனர்.

அமெரிக்காவில் குக் என்பார் தயாரித்த குழைம வெடிமருந்து கனடாவிலுள்ள இரும்புத் தாதுக் கழகத்தினரால் (Iron Ore Corporation) கனிமச் சுரங்கப் பணிகளில் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது. குழைம வெடிமருந்துக் கலவையின் விகிதம் 25% TNT (Tri Nitro Toluene), 55% அம்மோனியம் நைட்ரேட், 20% பசை கலந்த நீராகும். இந்தப் பிசினில் (guar gum) காலக்டோமானன் எனும் சர்க்கரைப் பொருள் அல்லது மாவுப்பொருள் அடங்கியிருக்கிறது. இது ஏனைய கலவைச் சேர்மானப் பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக்கொள்ள உதவுகிறது.

சேர்மானங்கள்

நீர். சாந்துக் குழைமமான வெடிமருந்துகளில் நீர் ஒரு முதன்மையான பொருளாகும். இது ஏனைய கலவைப் பொருள்களைத் தன்னுள் ஒன்றாகக் கரைக்கவோ, சேர்க்கவோ உதவுகிறது. தவிர நீரில் குளிர்ந்திருக்கும் வெடிமருந்து வெப்பத்தாலோ, மின்பொறியாலோ, ஓங்கி அடித்தாலோ, உரசினாலோ எளிதில் தீப்பற்றுவதில்லை. இதனால் இவ்வகை நீர்க்கட்டு வெடிமருந்துகளைக் கையாளுவதும் பாதுகாத்தலும் எளிது. ஆயினும் நீரில் குறிப்பிட்ட அளவு வரையே வெடிமருந்து கரையாமலிருக்கும்; திறனும் இழக்கும். வெடிமருந்துகளின் கரையாத உப்புகளும் தூளும் உருண்டு கெட்டியாகிவிடக் கூடும். இதனால் பொதுவாக இவ்வகை வெடிமருந்துகளில் 8% - 20% நீர் கலக்கலாம்.

சுரங்கப் பணியின் போதும் பாறைகள் உடைப்பின் போதும் பயன்படும் இந்தக் குழைய வெடிமருந்துகளிலிருந்து வெளிப்படும் வெப்ப வளிமங்கள் பெரும்பாலும் நச்சுத்தன்மை பெற்றிருக்கும். எ-டு: கார்பன்மோனாக்சைடு, நைட்ரஜன் ஆக்சைடுகள். இவை வெடிமருந்திலுள்ள நீருடன் கலந்து கரைந்துவிடுவதால் சுற்றுப்புறக் காற்று மாசுபடுவதில்லை. நீர் கலந்த இந்த வெடிமருந்திலிருந்து கிளம்பும் அலைகள் (detonation waves) தொடர்ச்சியாகப் பரவ நீரே சிறந்த ஊடகமாகவும் செயல்படுகிறது.

குறுக்கு இணைப்பி. குழைம வெடிமருந்து நீர்த்து ஒழுகுதிறன் கொண்டிருந்தால் அதனுள் கலந்துள்ள பொருள்கள் சீரின்றி விரவியும், பெரும்பாலும் காற்றுக்

குமிழிகள் அற்றுமிருக்கும். இந்நிலை வெடிமருந்தின் திறனுக்கேற்றதன்று. எனவே அதன் பாகுநிலையை (viscosity) அதிகப்படுத்த, பசைப் பொருள் ஒன்றையும் கலத்தல் வேண்டும். இயற்கையில் கிடைக்கும் இந்தப் பிசின் அன்றிப் போராக்ஸ்,கார்பாக்சி மெத்தில் செல்லுலோஸ் போன்ற செயற்கைப் பொருள்களாலும் வெடிமருத்திற்குக் கொழுக்குந்தன்மை ஊட்டலாம். இவற்றைப் பொதுவாகக் குறுக்கு இணைப்பி (cross linking) என்பர்.

நுரையூட்டியும், பால்மமும். பாகுநிலை மிகுந்த ஒரு கலவையின் சேர்மானங்கள் ஒரே அளவில் அனைத்துப் பக்கங்களிலும் சீராகப் பரவி நிற்க நுரையூட்டிப் பொருள்களும், பால்மப் பொருள்களும் (emulsifiers) பயன்படும். அரோமட்டிக் சல்போனிக் அமிலங்கள் நல்ல நுரையூட்டிகளாகும். சார்பிட்டால் மோனோ ஒலியேட் போன்ற மெழுகு பொருள்கள் சிறந்த பால்மங்களாகும்.

ஆக்சிஜன் சுமப்பான். வெடிமருந்தில் தீப்பற்றப் போதிய ஆக்சிஜன் ஊட்டுவதற்கு அம்மோனியம் நைட்ரேட், சோடியம் நைட்ரேட், கால்சியம் நைட்ரேட் போன்ற உப்புகள் பயன்படுகின்றன. அம்மோனியம் பெர்க்குளோரைட் எனும் ஆக்சிஜனேற்றிப் (oxidizer) பொருளும் சில இடங்களில் கையாளப்படுகிறது. இவற்றை ஆக்சிஜன் சுமப்பான் (oxygen carrier) என்பர்.

அலுமினியம். நைட்ரோ வகைச் சேர்மங்கள் இராத காலங்களில் அலுமினியம் மட்டுமே போதும். முன்னமே குறிப்பிட்டபடி TNT வெடிபொருள்களுக்கு மாற்றாக அலுமினியத்தூள் பயன்படும். அம்மோனியம் நைட்ரேட், சோடியம் நைட்ரேட், நீர் இவற்றுடன் அலுமினியத்தூளையும் கலந்து குழைம வெடிமருந்து தயாரிக்கலாம். ஆயினும் இதில் நுரையூட்டிப் பொருள் ஒன்றும் கலக்கப்பட வேண்டும். ஏனெனில் வெடிமருந்து வெடிப்பின்போது இந்த TNT அல்லது அலுமினியத்தைச் சூழ்ந்துள்ள நுரைக் காற்றுக் குமிழ்கள் புறவெளிக்கு வெப்பப்பரிமாற்றம் நிகழாமல் தடுத்துவிடுவதால் ஒவ்வொரு குமிழுக்குள்ளும் அழுத்தம் அதிகரித்து வெப்பநிலை உயரும். இவ்வெப்பப் புள்ளிகள் (hot spots) வெடித்தலுக்கு ஏற்றவாறு அமைகின்றன. சான்றாக ஒரு குழைம வெடிமருந்தின் அடர்த்தி எண் 1.33 என்னும் அளவிலிருந்து 0.83 ஆகக் குறையும்போது வெடிப்பு வேகம் நொடிக்கு 3600 மீ. அளவிலிருந்து 2710 மீட்டருக்குக் குறைகிறது. 1.33 கிராமிலிருந்து 0.83 ஆகக் குறைந்தபோது வெடிப்பு வேகம் இதே வேகத்தில் குறைவதால் நொடிக்கு 3600 மீ. அளவிலிருந்து 1225மீ. தளர்ந்திருக்க வேண்டும். இருப்பினும் உண்மையில் இது 2710 மீட்டராக உயர்ந்தே இருக்கிறது. அதாவது காற்றுக் குமிழி வெடிப்பு வேகத்திறனை அதிகரிக்கவே செய்திருக்கிறது. எனினும் அலுமினியம், TNT போன்ற வெடித்தல் வினைத் தூண்டிகள் (detonation sensitizers) கலந்த நீர்க்கூட்டு வெடிமருந்துகளில் மட்டுமே இந்தக் காற்றுக் குமிழிகள் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன.

அமின் நைட்ரேட்டுகள், நைட்ரோ சேர்மங்கள். ஐரெகோ கெமிக்கல்ஸ் நிறுவன வெடிமருந்து, சுவீடன் ரியோமேக்ஸ்-ஏ போன்றவற்றில் அலுமினியம் வெடிவினைத் தூண்டியாகச் சேர்க்கப்படுகிறது. தவிரTNT கலந்த வெடிமருந்தில் அலுமினியத்தையும் சேர்த்தால் வெடிப்புத் திறன் மேலும் அதிகரிக்கிறது என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. அதனாலேயே கனடாவின் டு பாண்ட் நிறுவனத் தயாரிப்புகளான ஒரு சில டோவெக்ஸ், டோவான் வகை வெடிமருந்துகளிலும், சோவியத் நாட்டின் அக்வட்டோல், அக்னவால், அக்வனைட் அலுமோட்டோல் போன்ற வெடிமருந்துகளிலும் TNT வெடிபொருள்களுடன் அலுமினியமும் கலக்கப்படுகிறது.

மற்றொரு வெடிவினைத் தூண்டியாக மெத்தில் அமின் நைட்ரேட்டைக் குறிப்பிடலாம். இந்தியாவில் ஹைதராபாத்திலுள்ள IDL கெமிக்கல்ஸ் லிமிட்டெட் என்னும் தொழிற்சாலையில் இப்பொருள் உற்பத்திச் செய்யப்படுகிறது. தவிர முன்னரே குறிப்பிட்ட RDX, HMX, RETN போன்ற உயர் திறன் மிக்க வெடிபொருள்களுடன் கலந்த நீர்க்கூட்டு வெடிமருந்துகளும் இன்று புகழ் பெற்றுள்ளன.

இயல்புகள்

வெடித்தல் வினைவெப்பம். 1 கி.கி வெடிமருந்து வெடிக்கும்போது வெளிப்படும் வெப்பத்தினை, வெடித்தல் வினைவெப்பம் (heat of detonation) என்பர். பொதுவாக இது கிலோ கலோரிகளில் குறிப்பிடப்படும். எ.டு:

வெடிமருந்து	வினைவெப்பம் கிலோ கலோரி / கி.கி.
டோவெக்ஸ் - 20	760
டோவெக்ஸ் - 40	780
டோவான் - 30	1210

வளிமப் பருமன். 1 கி.கி. வெடி மருந்து வெளிப்படுத்தும் வளிமங்களின் கன அளவை, வளிமப் பருமன் (gas volume) என்பர். இது லிட்டரில் அளவிடப்படும் எ.டு. :

வெடிமருந்து	வளிமப் பருமன் (லி/கி.கி)
டோவெக்ஸ் - 20	830
டோவெக்ஸ் - 40	850
டோவான் - 30	670

வெடிப்பு வேகம். ஒரு நொடிக்கு வெடிப்பு அலைகள் பாய்ந்து கடக்கும் தொலைவினை வெடிப்பு வேகம் (rate of detonation) எனலாம். மீ / நொடி என்னும் அளவுகளில் இதைக் குறிப்பிடுவர். முழுவதும் அடைத்து வைக்கப்பட்ட நிலையில் வெடிப்பு வேகத்தினை விடவும் திறந்து வைக்கப்பட்ட வெடிமருந்து வெடிக்கும்போது கிளம்பும் வெடிப்பு அலைகளின் வேகம் குறைவாக இருக்கும். எ.டு.

வெடிமருந்து	வெடிப்பு வேகம் மீ/நொடி
டோவாக்ஸ் - 20	4680 (அடைத்த நிலை)
	4600 (திறந்த நிலை)
டோவாக்ஸ் - 40	5865 (அடைத்த நிலை)
	5500 (திறந்த நிலை)

பொருட் திணிவு. 1 க.செ. மீட்டரில் அடங்கியுள்ள வெடிமருந்தின் நிறையளவைப் பொருட் திணிவு (density) என்றும், அடர்த்தி என்றும் குறிப்பிடலாம். அடர்த்தி எண்ணாக மட்டும் கூடக் குறிப்பிடுவதுண்டு. வெடிமருந்தில் நீர் கலந்திடப் பொருட் திணிவு குறையும். இதனால் வெடிப்பு வேகமும் அளவில் சற்றுக் குறையும். எ.டு. PETN வெடிமருந்தில் நீரினளவும் வெடிப்பு வேகங்களும் பின்வருமாறு:

நீர் (%)	அடர்த்தி கி. க./செமீ.	வெடிப்பு வேகம் (மீ/நொடி)
0	1.45	7275
5	1.38	7055
10	1.31	6810
20	1.16	6250
30	1.01	5530

உய்யக் குறுக்களவு. பொருட்திணிவு மற்றும் திறந்த அல்லது அடைத்த நிலைக்கேற்ப வெடிமருந்தின் வெடிப்பு வேகம் மாறுபடுவது போலவே வெடிமருந்து நிறைந்த கலனின் குறுக்களவுக்கு ஏற்பவும் வெடிப்பு வேகம் மாறுபடும். அதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு விட்டமிருந்தால் மட்டுமே வெடிகுண்டு வெடிக்கும். சுரங்கப் பணிகளில் கையாளப்படும் வெடிகுண்டு அல்லது வெடிதண்டு திறந்த நிலையில் ஒரு குறிப்பிட்ட குறுக்களவிற்கு மேல் பருமனாக இருந்தால் மட்டுமே வெடிக்கும். இவ்வாறு உலோகக் குழாய்களுள் அடைத்து வைத்த வெடிமருந்து வெடிப்பதற்கும் அது ஒரு குறிப்பிட்ட குறுக்களவு பெற்றிருக்க வேண்டும். இதுவே உய்யக் குறுக்களவு (critical diameter) எனப்படும்.

அடைப்பட்ட நிலையில் வெடிகுண்டு வெடிப்பதற்குக் குறைந்த அளவு குறுக்களவும், திறந்த நிலையில் உயர்ந்த அளவு குறுக்களவும் வேண்டும். இதனாலேயே ஒவ்வொரு வெடிகுண்டிற்கும் வெவ்வேறு குறைந்தபட்ச உயர்ந்த கூட்டுக் குறுக்களவுகள் உள்ளன. எ.டு. மெட்டானிட் W8 என்னும் வெடிகுண்டு அடைப்பட்ட நிலையில் வெடிப்பதால் குறைந்தது 13 மி.மீ. குறுக்களவு கொண்டிருந்தாலே போதும். இவ்வாறே திறந்த நிலையில் வெடிக்க ஏறத்தாழ 32 மி.மீ. பெற்றிருக்க வேண்டும்.

காரீயக் கட்டி விரிவாக்கம். காரீயக் கட்டிக்குள் வைத்து வெடிக்கும்போது வெடிப்பு அலைகளால் தாக்குற்ற காரீயக்கட்டி பிளந்து உட்பக்கம் விரிவடைதலை வெடிமருந்தின் ஒரு திறன் அலகாகக் குறிக்கின்றனர். இதனைக் காரீயக் கட்டி விரிவாக்கம் (lead block expansion) என்பர். இது க.செ. மீட்டரில் அளவிடப்படும்.

நீரில் குழைத்த கிரானுலோட்டோல் எனும் சோவியத் வெடிமருந்தின் காரீயக் கட்டி விரிவாக்கம் 320 க.செ.மீட்டராகும். ஏனைய அக்வட்டோல், அக்வனால், அக்வனைட் ஆகிய குழைம வெடிமருந்துகளின் காரீயக் கட்டி விரிவாக்க அளவு 310-480 க.செ.மீ. இருக்கும்.

தொடக்கத்தில் பாறை உடைக்கவும் சுரங்கம் தோண்டவும் நைட்ரோ கிளிசரின் வகை வெடிமருந்துகளே பெரிதும் கையாளப்பட்டன. இவற்றைவிட உற்பத்திச் செலவு மிகுந்திருப்பினும் தயாரிப்பதற்கும், சேமித்து வைப்பதற்கும், வெளியிடங்களுக்குப் பாதுகாப்பாக எடுத்துச் செல்வதற்கும் நீர்க்கூட்டு வெடிமருந்துகளே சிறந்தவை.

- கூ. முத்து

நீர்க்கோப்பு

மூக்கில் நீரொழுக்கு, மூக்கடைப்பு, தொண்டைக் கமறல், தும்மல், காய்ச்சல், இருமல் ஆகிய அனைத்தும் கூடிய நோய் நிலையை நீர்க்கோப்பு (common cold ; conyza) என்பர். இந்நிலையில் சோர்வும், உடல் வலியும் காணப்படும். தானாகவே எளிதில் சீரடையக் கூடியதாக இருந்தாலும், இந்நோயால் பாதிக்கப்படாதவர்களே இலர். இந்நோய் பெரும்பாலும் 90க்கும் மேலான வைரஸ்களால் உண்டாகிறது. நீர்க்கோப்புக்குக் காரணமான மேலும் பல வைரஸ்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு உள்ளன. முன்னரே கண்டுபிடிக்கப்பட்டுவிட்ட, நீர்க்கோப்புக்குக் காரணமானவை அடினோ வைரஸ், கொரானா வைரஸ், எக்கோ வைரஸ், பைகார்னோ வைரஸ், ஆர் எஸ், வைரஸ், (respiratory syncytial virus), ரைனோ வைரஸ் முதலியனவாகும். நீர்க்கோப்புக்குக் காரணமான வைரஸ்களில் பெரும்பாலானவை ரைனோ வைரசாகும்.

பள்ளிச் சிறார்களிடமிருந்து வீட்டிலுள்ள பெரியோர்களுக்கு இந்நோய் பரவுகிறது. கைகள் மூலம் பரவும் ரைனோ வைரஸ், முக்கியமாக மூக்கில் தோன்றுகிறது. மூக்கு ஒழுகலில் வைரஸ்கள் வெளிப்படுகின்றன. பாதிக்கப்பட்டவர், அரிப்பின்போது மூக்கைத் தேய்த்த அதே கையிலேயே அருகிலிருக்கும் நண்பருடன் கை குலுக்கக்கூடும். நண்பர், தற்செயலாக தன் மூக்கைத் தேய்க்கும்போது வைரஸ் உட்சென்றுவிடுகிறது.

சில வைரஸ்கள் தும்மலின்போதும் இருமலின்போதும் வெளிப்படும் எச்சில் துகள்கள் மூலம் பிறருக்குப் பரவுகின்றன.

நீர்க்கோப்பின் நோய் மறை காலம் 48-72 மணி நேரம். நோய் மறைகாலம் என்பது நுண்ணுயிரி உடலின் உட்சென்றதிலிருந்து, அந்நோயின் அறிகுறிகள் தோன்றும் வரையிலான காலவரை (incubation period) ஆகும். இந்நோயின் அறிகுறிகளான மூக்கு ஒழுக்கு, மூக்கடைப்பு, தும்மல், இருமல், ஓரளவான காய்ச்சல், உடல் வலி, அசதி ஆகியன பொதுவாக 7 நாள்களுக்கு நீடிக்கின்றன. நோயாளிக்கு மேற்கூறிய பல அறிகுறிகள் இருந்தபோதிலும் ஆய்வு செய்யும்போது தடயங்கள் மிகுந்து காணப்படுவதில்லை.

நீர்க்கோப்பில் நோய் அறுதியிடல் எளிதாக இருந்தாலும், இதற்குக் காரணமான வைரசைக் கண்டுபிடிக்க இயலாது. வைரஸ் அறுதியிடலுக்கான ஆய்வுகள் பெருமளவில் இல்லை. மேற்தொண்டை, மூக்குக்குழிவு, காது, காற்றுக்குழி ஆகியவை ஆய்வு செய்யப்பட வேண்டும். மேற்தொண்டையிலோ, அடிநாவிலோ படியும் படலங்கள் ஆராயப்பட வேண்டும். தொண்டையிலிருந்து வெளிப்படும் நீர்மங்களை, வளர்கலத்திலிட்டு ஆய்வு செய்வது பயன்தரும்.

இந்நோய்க்குக் குறிப்பிட்ட மருத்துவம் இல்லை. இதற்கு ஓய்வு மிகத் தேவை. கை, முகம் ஆகியவற்றைத் தூய்மையாக வைத்திருக்க வேண்டும். 4 மணி நேரங்களுக்கு ஒரு முறை ஆஸ்பிரின் சாப்பிடலாம். உப்பு நீரில் வாய் கொப்பளிப்பதும், உணர்வு நீக்கிகளைத் தொண்டையில் தடவுவதும் தொண்டைக் கமறலுக்குப் பயன் அளிக்கும். மூக்கடைப்புக்கு 0.5% ஃபினைல் எஃபிடிரீன் கரைசல் அல்லது 1% எஃபிடிரின் கரைசல் மருத்துவமாக அமைகிறது. நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள் (antibiotics) பயனளிப்பதில்லை. மிகையான அலகுகளில் வைட்டமின் C ஐப் பயன்படுத்துவது பற்றிக் கருத்து வேறுபாடுகள் உண்டு. இந்நோயைத் தடுப்பதற்கு, நோய்த் தடுப்பு மருந்துகள் இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை.

- அ. கதிரேசன்

நீர்க்கோழி

இது தாழைக்கோழி என்றும் குறிப்பிடப்படும். பெரும்பாலான நீர்க்கோழி வகை சதுப்பு நிலப் பரப்புகளிலும், சில வகை குளங்களிலும், ஏரிகளிலும், வறள் சமவெளியிலும், காட்டுப் பகுதியிலும் காணப்படும். நீர்க்கோழி பெரும்பாலும் வீட்டில் வளர்க்கப்படும் கோழியைப் போன்ற தோற்றமுடையது. இதனால் இது நீர்க்கோழி (water hen) என்றும், தாழைக்கோழி (moor hen) என்றும் குறிக்கப்படுகிறது. நீர்க்கோழிக் குடும்பத்தில் 132 சிறப்பினங்கள் உள்ளன. பறவை இனங்களிலேயே நீர்க்கோழி வகை மட்டுமே துருவப் பகுதி நீங்கலாக உலகம் முழுவதும் பரவிக் காணப்படும். நீர்க்கோழி முற்றிலும் அனைத்துண்ணியாக (omnivorous) உள்ளமையே இதற்குக் காரணமாகும். இப்பறவைக்குப் பறக்கும் ஆற்றல் குறைவு எனினும் நீண்ட தொலைவு நீரிலும் நிலத்திலும் வலசை போதலை (migration) மேற்கொள்கிறது. நீர்க்கோழிக் குடும்பத்தில் கானாங்கோழி, தாழைக்கோழி, நாமக்கோழி என்னும் மூவகைப் பறவைகள் உள்ளன.

கானாங்கோழி

நீல மார்புக் கானாங்கோழி *(Rallus striatus albiventus)*. இது கௌதாரியை விடச் சிறியது. ஏறத்தாழ 25 செ.மீ. நீளமிருக்கும். இதன் அலகு தொடக்கத்தில் சற்றுக் குழிந்தும் சிவப்பு நிறத்திலிருக்கும். விழிப்படலம் இளமஞ்சள் நிறத்திலும், கால்கள் ஆலிவ் கலந்த பச்சை நிறத்திலும் இருக்கும். தலையும் கழுத்தும்

கருஞ்சிவப்புக் கலந்த பழுப்பு நிறத்துடனும், உடலின் மேற்பகுதி கரும்பழுப்பாக நெளிநெளியான வெள்ளை வளையங்களுடனும், கறைகளுடனும், மோவாயும் தொண்டையும் வெள்ளை நிறத்துடனும், முன்கழுத்தும் மார்பும் சாம்பல் நிறங் கலந்த நீலநிறத்துடனும், வயிறும் பக்கங்களும் வெள்ளைப் பட்டைகளோடு கூடிய நீல நிறத்துடனும் காணப்படும்.

பழக்கவழக்கங்கள். நீர் வளம் மிக்க இடங்களான ஏரிக்கரை, ஆற்றங்கரை, உப்பங்கழி போன்றவற்றில் வளர்ந்திருக்கும் நாணல் புதர்களில் தனித்தோ இணையாகவோ தென்னிந்தியா முழுவதும் இதைக் காணலாம். பெரும்பாலும் புதர்களில் மறைந்து வாழும் தன்மை உடைய இப்பறவையைக் காண்பது கடினம். குறுகிய வாலை அசைத்தபடி தலையை நிமிர்த்தி மெல்ல நடக்கும். ஆனால் மனிதரின் ஒலி கேட்டவுடன் ஓடிச்சென்று நாணல் புதர்களிடையே மறைந்துவிடும். இதன் கால் விரல்கள் மிக நீளமாக உள்ளமையால் இது குளங்களில் இலைகள் மீது நடந்து இரை தேடும். பறக்கும்போது நீண்ட விரல்களோடு கூடிய கால்கள் பின்னே தொங்கும். நீரில் நன்றாக நீந்தும் ஆற்றலும் மூழ்கும் ஆற்றலும் பெற்றிருக்கிறது. விதை, நீர்நிலைகளில் வளரும் செடி, கொடி, நத்தை, புழு, பூச்சி முதலியன இதன் உணவாகும். பெரும்பாலும் அமைதியாகவே திரியும் கானாங்கோழி சில வேளைகளில் மெல்லிய குரலில் சிறு சீழ்க்கை அடிப்பது போல ஒலியெழுப்பும்.

இனப்பெருக்கம். இதன் இனப்பெருக்கக் காலம் ஜூன் அக்டோபர் ஆகும். நீர்த் தாவரங்களைக் கொண்டு நீர்நிலையருகே நாணல் புதரிலோ வேறு புதர்களிலோ 20-25 செ.மீ. குறுக்களவு உள்ள கூடுகட்டும். அதில் 5-7 முட்டைகள் இட்டு ஆணும் பெண்ணும் மாறி மாறி அடைக்காக்கும். காதலூடாட்டத்தின்போது ஆண், பெண்ணிடம் தலையைத் தாழ்த்தி முன்பக்கம் நீட்டியபடி, வாலை நிமிர்த்தி இறக்கையை விரித்து விரைவாக அசைத்து அழகு காட்டும்.

கருங்கால் கானாங்கோழி *(Rallina eurizonoidus amauroptera)*. இது காடைக்கும் கௌதாரிக்கும் இடைப்பட்ட உடலமைப்பு உடையது. ஏறக்குறைய 25 செ.மீ. உடல் நீளமுடையது. அலகின் அடிப்பகுதி பசுமையாகவும், முனை ஆழ்ந்த பழுப்பாகவும், விழிப்படலம் குருதிச் சிவப்பாகவும், கால்கள் கறுப்பாகவும் இருக்கும். தலையும், கழுத்தும், மார்பும் மஞ்சள் கலந்த ஆழ்ந்த பழுப்பு நிறமாகவும், சிறகுகள் சற்றுக் கறுத்தும், வயிறு தெளிவான வெள்ளை மற்றும் கறுப்பு நிற வளையங்களால் அலங்கரிக்கப்பட்டும் காணப்படும்.

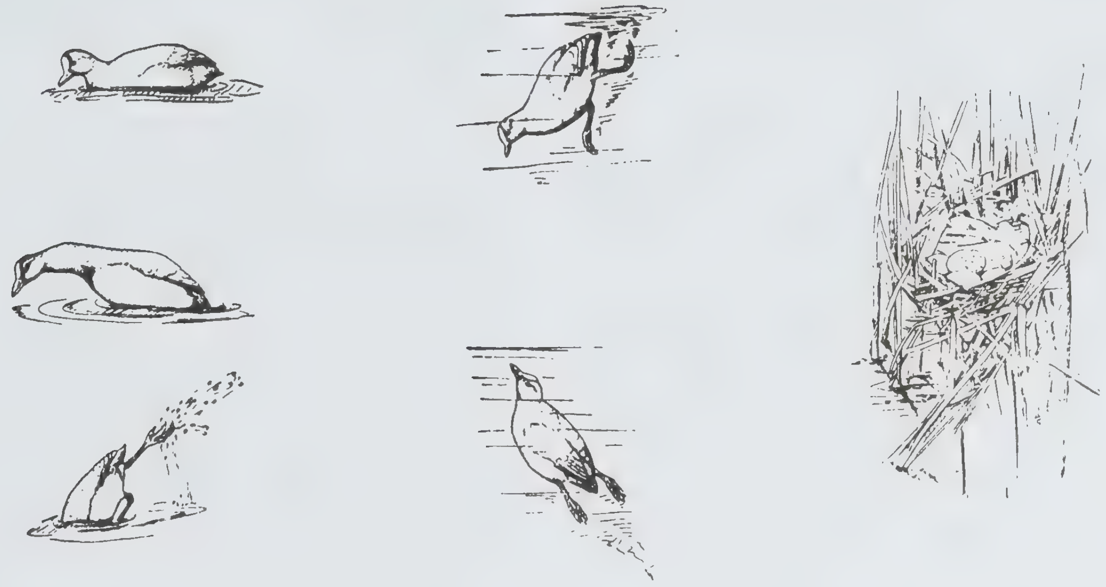
பழக்கவழக்கங்கள். இதை ராமேசுவரம் தீவு உட்படத் தென்னிந்தியா முழுவதும் காணலாம். நீர்வளம் மிகுந்த காட்டுப் பகுதிகளை அடுத்து வாழ்கிறது. இரவு நேரத்தில் புதர்களினின்று வெளிப்பட்டு இரை தேடும் பழக்கமுடையது. சிறு ஒலி ஏற்பட்டாலும் புதர்களுக்குள் மறைந்துவிடும். அடிக்கடி வாலை ஆட்டியபடி தலையை நிமிர்த்திச் சிறகுகளைப் பக்கங்களில் சற்றுத் தாழ்த்தியபடி நிமிர்ந்து நடக்கும். மரங்களில் ஏறி அமரவும், நீரில் நீந்தவும் வல்லது. இது நீர்த்தாவரங்களின் விதை, நத்தை, சிறு புழு, பூச்சி முதலியவற்றை உணவாக உட்கொள்ளும்.

இனப்பெருக்கம். ஜூன்-செப்டம்பர் இதன் இனப்பெருக்கக் காலமாகும். பழுத்து உதிர்ந்த இலை, புல், சிறு குச்சி ஆகியவற்றால் மூங்கில் புதரின் இடையிலோ, புதராக வளர்ந்திருக்கும் கொடிகளுக்கு இடையிலோ தரையிலிருந்து 1 மீ. உயரத்தில் கூடமைக்கும். 4-8 முட்டையிட்டு ஆணும் பெண்ணும் அடைக்காக்கும். இனப்பெருக்கக் காலத்தில் காலை மாலை நேரங்களில் தொடர்ந்து ஒலியெழுப்பியவாறு இருக்கும்.

செம்பழுப்பு மார்புக் கானாங்கோழி *(Amaurornis fucus zeylonicus)*. காடையைப் போன்ற உடலளவு உள்ள இது ஏறத்தாழ 20 செ.மீ. நீளமிருக்கும். இதன் அலகு ஆலிவ் பச்சை நிறத்திலும், விழிப்படலம் மஞ்சள் பழுப்பு நிறத்திலும், கால்கள் சிவப்பு நிறத்திலும், கண்ணைச் சுற்றியுள்ள வளையம் ஆழ்சிவப்பு நிறத்திலும் இருக்கும். மேலும் இதன் உச்சந்தலை, நெற்றி, முகத்தின் பக்கங்கள், உடலின் மேற்பகுதி ஆகியன செம்பழுப்பு நிறத்திலும், மோவாயும் தொண்டையும் வெண்மையாகவும், வயிறும் பக்கங்களும் ஆலிவ் நிறம் தோய்ந்த பழுப்பாகவும், வாலடி வெள்ளைக் கறையோடு கூடிய பழுப்பாகவும் இருக்கும். ஆணும் பெண்ணும் ஒத்த தோற்றமுடையவை.

கேரள, கர்நாடக மாநிலங்களில் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலையைச் சார்ந்த பகுதிகளில் நீர்நிலைகளின் கரைகளில் நாணல் புதர்களிலும், நெல் வயல்களிலும் இதைக் காணலாம். மலைகளில் 2 கி.மீ. உயரம் வரை இது காணப்படும். இதன் பழக்க வழக்கங்கள் மற்றக் கானாங்கோழிகளைப் போன்றே அமைந்திருக்கின்றன.

இனப்பெருக்கம். ஜூன்-செப்டம்பரில் இனப்பெருக்கம் செய்யும். புல், நெற்பயிர், நாணல் ஆகியவற்றிடையே தரையில் புல்லால் சிறு மேடையிட்டு 6-9 முட்டைகள் இடும். முட்டை வெளிர் கரும்பழுப்பு நிறத்திலிருக்கும். முட்டையின் அகன்ற முனையில் செம்பழுப்பு, ஊதாநிறப் புள்ளிகள் அடர்த்தியாகக் காணப்படும். கூடு கட்டி அடைக் காத்துக் குஞ்சுகளைப் பேணும் பணியை ஆணும் பெண்ணும் பகிர்ந்து கொள்கின்றன.



பழக்க வழக்கங்கள்

பழுப்பு நிறக் கானாங்கோழி *(Amaurornis akoot akoot)*. கௌதாரியைவிட இது அளவில் சிறியது. ஏறக்குறைய 30 செ.மீ. நீளமிருக்கும். இதன் அலகு பச்சையாகவும், விழிப்படலம் கரும் பழுப்பாகவும், கால்கள் இளஞ்சிவப்பாகவும் இருக்கும். இது மிகக் குறுகிய வாலுடைய பழுப்பு நிறக் கானாங்கோழி. இதன் தலையின் பக்கங்களும் கழுத்தும் சாம்பல் நிறமாகவும், முதுகு, சிறகு, வால் ஆகியன ஆலிவ் நிறங்கலந்த பழுப்பு நிறமாகவும், மார்பும், வயிறும் கருஞ்சாம்பல் நிறமாகவும், வாலடிப்பகுதி சற்றுப் பழுப்பாகவும் இருக்கும். ஆணும் பெண்ணும் தோற்றத்தில் ஒன்றுபோல் இருந்தாலும் பெண் உருவத்தில் சற்றுச் சிறியது. இது ஆந்திர, கர்நாடக மாநிலங்களில் காணப்படுகிறது.

பழக்கவழக்கங்கள். மற்றக் கானாங்கோழிகளைப் போலவே இதுவும் அஞ்சி மறைந்து திரியும் வழக்கமுடையது. பெரும்பாலும் காலை மாலை நேரங்களில் மேய்ச்சலுக்காக வெளிவரும். நாணல், நீர்க்கொடிகள் ஆகியவற்றின் மீது ஏறி நடக்கும். ஓரளவே பறக்கும் ஆற்றல் கொண்டது. நீரில் வாழும் புழு, பூச்சி, முட்டை, நத்தை, நீர்த்தாவர விதை ஆகியன இதன் உணவாகும்.

இனப்பெருக்கம். மே-ஆகஸ்ட் மாதங்கள் இதன் இனப்பெருக்கக் காலமாகும். நீர்த்தாவரம் அல்லது புற்களுக்கிடையே சிறு மேடை போல் அமைத்து 6 முட்டைகள் வரை இடும். முட்டைகள் இளம் மஞ்சள் நிறத்திலிருக்கும். முட்டையில் செம்பழுப்பு, செங்கல் சிவப்புக் கறைகளைக் காணலாம். ஆணும் பெண்ணும் அடைகாத்துக் குஞ்சுகளைப் பேணும்.

வெண் மார்புக் கானாங்கோழி (Amaurornis phoenicurus phoenicurus). கௌதாரி அளவுள்ள இது ஏறத்தாழ 30 செ.மீ. நீளமிருக்கும். இதன் அலகு ஆலிவ் பச்சை நிறத்திலும், விழிப்படலம் குருதிச் சிவப்பு நிறத்திலும், கால்கள் பசுமை கலந்த மஞ்சள் நிறத்திலுமிருக்கும். நெற்றியும் தலையின் பக்கங்களும் வெண்மையாகவும், தலை உச்சி, பிடரி, உடலின் மேற்பகுதி முதலியன கறுப்பாகவும், மார்பிலிருந்து அடிவயிறு வரை நல்ல வெண்மையாகவும் வாலடி இறகுகள் கருஞ்சிவப்பாகவும் இருக்கும். ஆணும் பெண்ணும் ஒன்றுபோலவே தோற்றமளிக்கும்.

தென்னிந்தியா முழுவதும் 20° நிறைகோட்டிற்குத் தெற்கே இதைக் காணலாம். நெல் வயல், குளம், ஏரி, உப்பங்கழி ஆகிய இடங்களில் திரியும். மலைகளில் 1.5 கிமீ. உயரம் வரை காணலாம். இதுவே அனைத்துப் பகுதிகளிலும் பொதுவாகக் காணப்படும் நீர்க்கோழியாகும். ஊர்ப்புறங்களை அடுத்த சாலை வயல்களிலும், கள்ளி, கற்றாழை வேலிகளுக்கிடையிலும் திரியக் காணலாம்.

பழக்கவழக்கங்கள். இது நகரங்களில் மக்கள் நடமாட்டம் மிக்க பூங்காக்களில் கூட வந்து பழகும் இயல்புடையது. மூங்கில் புதர்களிலும், முள்புதர்களிலும் எளிதாக உயரே ஏறியமர்ந்து இனப்பெருக்கக் காலத்தில் அடிக்கடி ஒலியெழுப்பும். யாரேனும் நெருங்கி வந்தால் தரையில் இறங்கி ஓடிவிடும். இப்பறவையால் நன்கு பறக்க முடிவதில்லை. ஆனால் நீரில் நன்கு மிதந்து நீந்தும். புழு, பூச்சி, அவற்றின் முட்டை, நத்தை, நீர்த்தாவர விதை, கொழுந்து முதலியன இதன் உணவாகும். பருவமழை தொடங்கியவுடன் உரத்த குரலில் இது ஓயாது ஒலியெழுப்பும்.

இனப்பெருக்கம். ஏப்ரல்-அக்டோபர் காலத்தில் இனப்பெருக்கம் செய்யும். குளக்கரையில் காணப்படும் புதர்களிலோ வயல் வரப்புகளிலோ தரையில் நீர்த்தாவரங்களின் இலை தழைகளைக் கொண்டு கோப்பை வடிவிலான சிறு கூட்டையமைக்கும். சில சமயங்களில் மூங்கிற் புதர்களில் 2-3 மீ. உயரத்தில் கூடமைப்பதும் உண்டு. இளஞ்சிவப்பு, வெண்மை நிறங்களில் 7 முட்டைகள் வரையிடும். ஆணும் பெண்ணும் அடைக்காத்துக் குஞ்சுகளைப் பேணும். பறவைகள், இனப்பெருக்கக் காலத்தில் ஒன்றோடொன்று அடிக்கடி சண்டையிடும்.

தண்ணீர்க்கோழி *(Gallicrex cinerea cinerea).* ஆண் பறவை 40 செ.மீ. நீளமும், பெண் பறவை 35 செ.மீ. நீளமுமிருக்கும். அலகு பசுமை கலந்த மஞ்சளாகவும், விழிப்படலம் சிவப்பாகவும், கால்கள் மங்கிய சிவப்பாகவும் இருக்கும். உடலின் மேற்பகுதி கரும் பழுப்பாகவும், அகலமான ஒரே சீரான மஞ்சள் கலந்த சிவப்புப் பட்டைகளோடும், அடிப்பகுதி இளமஞ்சளான பழுப்பு நிறமாக நெளி நெளியான கறுப்புக் கோடுகளோடும் காட்சி தரும். நெற்றியில் முக்கோண

தண்ணீர்க் கோழி (Gallicrex cinerea cinerea)

வடிவ மஞ்சள் நிறக் கேடயம் காணப்படும். இனப்பெருக்கம் செய்யாத காலத்தில் பெண்ணுக்கும் ஆணுக்கும் மிகுதியான வேறுபாடில்லை. ஆனால் இனப்பெருக்கக் காலத்தில் ஆணின் தோற்றத்தில் சில மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. உடலின் மேற்பகுதி முழுவதும் கருமையாக மாறிச் சாம்பல் நிற வளைகோடுகள் உண்டாகின்றன. நெற்றியில் காணப்படும் மஞ்சள் நிறக் கேடயம் சிவப்பு நிறமாக மாறிப் பின்னோக்கிக் கொம்பு போல வளர்கிறது. கண்களும், கால்களும் ஆழ்சிவப்பாக மாறுகின்றன.

தென்னிந்தியா முழுவதும் நீர்வளம் மிகுந்த பகுதிகளில் இதைக் காணலாம். நாணல் புதர், நெல் வயல், கரும்புத் தோட்டம் நிறைந்த பகுதிகளிலும் வாய்க்கால் கரை, ஏரிக்கரையிலும் திரியக் காணலாம்.

பழக்கவழக்கங்கள். காலை மாலை வேளைகளில் மேய்ச்சலுக்காகப் புதர்களிலிருந்து வெளிவரும். வானம் மப்பும் மந்தாரமுமாக இருக்கும்போது நாள் முழுவதும் மேய்ந்து திரிந்து கொண்டிருக்கக் காணலாம். வாலை ஆட்டியபடி புதர் ஓரங்களிலேயே மேயும். சிறு ஒலி கேட்டாலும் இது புதர்களிடையே ஓடி மறையும். இனப்பெருக்கக் காலத்தில் ஆண் பறவை மற்ற ஆண் பறவைகளோடு கடுமையாகச் சண்டையிடும். எதிரியின் கழுத்தை அலகால் கவ்விக் கீழே அழுத்த முயலும். ஒன்றின்மேல் ஒன்று தாவிக் குதிக்கும். கால்களால் ஒன்றையொன்று தாக்கியும் சண்டையிடுவதுண்டு.

தாவரங்களின் விதை, செல், நீர்வாழ் பூச்சி முதலியன இதன் உணவாகும். இது நெல் வயல்களில் பேரழிவை உண்டாக்கும். "கோக் கோக் கோக்......" எனவும், "உடும்ப்..." உடும்ப் ..... உடும்ப் ......" எனவும், "குளுக், குளுக், குளுக்..." எனவும் பல வகையில் குரல் எழுப்பக்கூடியது.

இனப்பெருக்கம். ஜூன்-செப்டம்பர் இதன் இனப்பெருக்கக் காலமாகும். நெல் வயல், நாணல், புதர் ஆகியவற்றில் நீர்த்தாவரங்களால் கோப்பை வடிவிலான கூடு அமைக்கும். 3-6 முட்டைகளிடும். முட்டை வெண்மையாக அகன்ற முனையில் சிவந்த கறையோடு காணப்படும்.

தாழைக்கோழி

இந்தியத் தாழைக்கோழி (*Gallinula chloropus indica*). இது கௌதாரி போல ஏறத்தாழ 30 செ.மீ. அளவுள்ளது. அலகு, நெற்றிக் கேடயம், விழிப்படலம் முதலியன சிவப்பாகவும், கால்கள் பசுமையாக நீண்ட விரல்களோடும் இருக்கும். நீந்தும்போது வாத்து போலவும், தரையில் திரியும்போது கானாங்கோழி போலவும் தோற்றமளிக்கும். உடலின் மேற்பகுதி கறுப்பாகவும் அடிப்பகுதி இளஞ்சாம்பல் நிறமாகவும் இருக்கும். வாலடி இறகுகள் வெண்மையாக நடுவில் கறுப்புப் பகுதியோடு காணப்படும். ஆணும் பெண்ணும் ஒரே வகையான தோற்றம் உடையன.

பழக்க வழக்கங்கள்

தென்னிந்தியா முழுவதும் நீர்வளம் மிக்க பகுதிகளில் இதைக் காணலாம். மலைகளில் 2 கி.மீ. உயரம் வரை வாழ்கிறது. தாமரை, அல்லிக் குளக் கரைகளிலும், தாழை, நாணல் புதர் அடர்ந்த ஏரி, குளக் கரைகளிலும் வாழும் இயல்புடையது. நீர் நிலைகள் வற்றும்போது நீர் வளமுள்ள பகுதிகளுக்கு வலசை போகும்.

பழக்கவழக்கங்கள். ஆணும் பெண்ணும் இணையாகவோ சிறு கூட்டமாகவோ திரியும். குளிர் காலத்தில் 50 பறவைகள் வரை கூட்டமாகக் கூடுவதுண்டு. பெரும்பாலும் நீர்ப் பரப்பின் மேல் வாலை அசைத்துத் தலையை ஆட்டிக் கொண்டு வாத்தினைப் போல நீந்திக்கொண்டிருக்கக் காணலாம். கரையோரத்திலுள்ள நாணல் தாழை முதலியவற்றை விட்டு நீங்கி, நீரில் நெடுந்தொலைவு நீந்திச் செல்லும் பழக்கமில்லை. அஞ்சிப் பறக்க முற்படும்போது முதலில் சற்று நேரம் இறக்கையை அடித்துப் பின்னரே எழுந்து பறக்கும். வேகமாகப் பறக்கும் ஆற்றல் இல்லை என்றாலும் பெரிய மலைகளையும் பறந்து கடந்து வலசை போகும் திறனுடையது. நீரில் மூழ்கி மறைந்து தப்பிச் செல்லவும் முயலும். தாவர விதை, பழம், நத்தை, புழு, பூச்சி ஆகியவற்றின் முட்டைகள், சிறு தவளை, மீன் ஆகியன இதன் உணவாகும்.

இனப்பெருக்கம். ஜூன்-செப்டம்பரில் இனப்பெருக்கம் செய்யும். ஓர் ஆண்டில் இரு முறை முட்டையிடுவதும் உண்டு. "க்ரீக், க்ரெக், ரெக், ரெக்....." என இனப்பெருக்கக் காலத்தில் மட்டும் ஒலியெழுப்பக் கேட்கலாம். நீர்த் தாவரங்களால் நீரருகே நாணல் புதரில் மேடையிட்டு முட்டையிடும். சில வேளைகளில் நீரருகே வளர்ந்துள்ள மரங்களில் கூட்க் கூடமைப்பதுண்டு. இளம் மஞ்சளுடன் செம்பழுப்புப் புள்ளிகளையுடைய 5-12 முட்டைகள் இடும். கூடு கட்டுவதில் தொடங்கிக் குஞ்சுகளைப் பேணுவது வரை ஆணும் பெண்ணும் அனைத்துப் பணிகளையும் பகிர்ந்து கொள்கின்றன. அடைக்காப்புக் காலம் 21 நாள்களாகும்.

நீலத்தாழைக்கோழி *(Porphyris porphyris poliocephalus).* வீட்டுக்கோழி அளவுள்ள இது ஏறத்தாழ 40 செ.மீ நீளம் வளரும். இதன் அலகு சிவந்து தடித்துக் குறுகியதாக இருக்கும். விழிப்படலம் இளஞ்சிவப்பாகவும், கால்கள் நீண்ட விரல்களோடும், செங்கல் சிவப்பாகவும் இருக்கும். உடல் முழுவதும் ஊதா நிறங்கலந்த நீல நிறமாக இருக்கும். ஆணும் பெண்ணும் ஒன்றுபோல இருந்தாலும் இறகற்ற சிவந்த தலைப்பகுதி பெண்ணிற்குச் சற்று சிறியதாக இருக்கும்.

தென்னிந்தியா முழுதும் குறிப்பாக வேடந்தாங்கல், தலைஞாயிறு போன்ற இடங்களில் இதைக் காணலாம். நீர்வளமிக்க பெரிய ஏரிகளிலுள்ள நாணல் புதர்களிலும், சதுப்பு நிலங்களை அடுத்த பகுதிகளிலும் இது வசிக்கும்.

பழக்கவழக்கங்கள். 5-10 வரையான சிறு கூட்டமாகவே இவை பெரும்பாலும் காணப்படுகின்றன. பெரிய ஏரிகளில் 50 பறவைகள் வரையுள்ள கூட்டமாகக் கூடக் காணலாம். இது பனி மிகுந்த நாள்களில் காலை நேரத்தில் உயர்ந்த நாணலின் மேல் ஏறி அமர்ந்து வெயில் காய்ந்து கொண்டிருக்கும். கால் விரல்களால் மெல்லிய நாணலை இறுகப் பற்றியபடித் தடுமாறி விழாமல் மேலே ஏறிச் செல்லும். இதற்கு நன்றாக நீந்தத் தெரியும் என்றாலும் பெரும்பாலும் நீரில் இறங்குவதில்லை. குறுகலான வாய்க்காலைக்கூடப் பறந்தே கடக்கும். இனப்பெருக்கக் காலத்தில் பெருத்த ஓசையெழுப்பியபடி இவை ஒன்றோடொன்று சண்டையிடக் காணலாம். மற்ற நீர்க்கோழிகளைப் போல் மனிதர்களைக் கண்டவுடன் புதரில் பதுங்கும் பழக்கம் இதற்குக் கிடையாது. பறக்கத் தொடங்கும்போது தத்தளிப்பது போலத் தோன்றினாலும் சிறிது தொலைவு பறந்தவுடன் நன்றாகப் பாய்ந்து பறப்பதைக் காணலாம். சிலர் இதன் இறைச்சியை விரும்பி உண்பர். சிறு விதை, தானியம், சிறு புழு பூச்சி, நத்தை முதலியன இதன் உணவாகும். இது நெல் வயல்களில் பேரழிவை விளைவிக்கும். உரத்த குரலில் கரகரப்பாகக் கத்தும் பழக்கமுடையது. மேயும் போது 'சகி', 'சத்' என மெல்லொலி எழுப்பிக் கூட்டத்தோடு தொடர்பு கொண்டபடி இருக்கும்.

இனப்பெருக்கம். ஜூன்-நவம்பரில் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. வைக்கோல், புல் முதலியவற்றைக் கொண்டு நீர்த்தாவரங்களிடையே கூடமைக்கும். நாணல் புதரில் 1 மீ. உயரத்தில் கூடமைப்பதும் உண்டு. 3-7 முட்டைகள் இடும். முட்டை மஞ்சளும், சிவந்த இளமஞ்சளும் கலந்த நிறத்தில் செம்பழுப்புப் புள்ளிகளுடன் காணப்படும். கூடு கட்டுவதில் ஆணும் பெண்ணும் பங்கு கொள்கின்றன. காதலூடாட்டத்தின்போது ஆண் சிறிய நீர்த்தாவரங்களை அலகில் கொத்தி கொண்டு வந்து பெண்ணின் முன் நின்று தலையைத் தாழ்த்தித் தாழ்த்திக் காட்டும்.

அமெரிக்கத் தாழைக்கோழி *(Gallinula chloropus).* ஏறத்தாழ 75 செ.மீ. நீளமுள்ள தாழைக்கோழியின் அலகும் முன் தலைப்பகுதியும் சிவப்பாகவும், உடலின் மேற்புறம் பழுப்பாகவும், கீழ்ப்பகுதி நீலம் கலந்த பழுப்பாகவும், கால்களின் விரல்கள் சதுப்பு நிலங்களிலும் நீர்த்தாவரங்களிலும் நடப்பதற்கு ஏற்றாற் போல் நீண்டும் காணப்படும். நாமக்கோழியைப் போன்றே சில சமயங்களில் மிதக்கும் தாவரங்களின் மீது கூடுகட்டி முட்டையிடும். மற்றச்

சமயங்களில் கானாங்கோழி அமைப்பது போன்ற கூடு அமைத்து முட்டையிடும். மற்றப் பழக்கவழக்கங்கள் இந்தியத் தாழைக்கோழிகளில் காணப்படுவது போன்றே உள்ளன.

அமெரிக்க நீலத்தாழைக்கோழி (American purple moor hen). அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் தென்பகுதிகளில் காணப்படும் இந்தத் தாழைக்கோழியின் அலகும், முன்தலையும் சிவப்பாகவும், உடலின் மேற்பகுதி பழுப்பாகவும், கீழ்ப்பகுதி நீலங்கலந்த பச்சை நிறத்துடனும், அடிப்புறம் நீல நிறத்துடனும், கால்கள் நீண்டு மஞ்சள் நிறத்துடனும் இருக்கும். இதன் உணவுமுறை, பழக்கவழக்கங்கள், இனப்பெருக்க முறை ஆகியன இந்தியாவில் காணப்படும் நீலத்தாழைக்கோழியை ஒத்துள்ளன.

நாமக்கோழி

நாமக்கோழி *(Fulica atra atra)*. வாத்தின் அளவில் முக்கால் பங்குள்ள இது ஏறத்தாழ 40 செ.மீ நீளமிருக்கும். இதன் அலகு வெண்மையாகவும், நெற்றிக் கேடயம் வெண்மையாக நாமம் போன்றும், விழிப்படலம் குருதிச் சிவப்பாகவும், கால்கள் மங்கிய பச்சையாகவும் இருக்கும். நீரில் நீந்தும்போது வாத்தைப் போலக் காட்சி தரும். இதன் உடல் முழுதும் சிலேட் நிறக் கறுப்பாக இருக்கும். தோற்றத்தில் ஆணும் பெண்ணும் ஒன்றுபோலவே இருக்கும்.

இந்தியாவில் தங்கி வாழ்ந்து இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. குளிர் காலத்தில் ஆப்கானிஸ்தான் வழியாக வடக்கே இருந்து கூட்டமாக இந்தியாவிற்கு வலசை வருகிறது. தென்னிந்தியா முழுதும் நீர்வளமிக்க பகுதிகளில் குளிர் காலத்தில் மிகுதியாகவும் மற்றப் பருவங்களில் அரிதாகவும் இதைக் காணலாம்.

பழக்கவழக்கங்கள். எப்போதும் கூட்டமாகவே காணப்படும். நீரில் கூட்டமாக நீந்தியும் முக்குளித்தும் விளையாடிக் கொண்டிருக்கக் காணலாம். மனிதர் ஒலியைக் கேட்டவுடன் நீரின் மேல் தாவித் தாவி நீந்தியும், சற்றுத் தொலைவு பறந்தும், சற்றுத் தொலைவு நீந்தியும், நடு ஏரியை அடைந்துவிடும். வேட்டையாடுவோர் துப்பாக்கியால் சுடும்போது அல்லது வல்லூறு ஏரியின் மீது வட்டம் இடும்போது பறவைகள் அனைத்தும் பெருத்த ஓசை உண்டாக்கியபடி எழுந்து பறக்கும் காட்சி இனிமையானதாகும். சற்றுத் தொலைவு நீரில் இறக்கையினால் அடித்துக்கொண்டு தத்தித் தாவிய பின்னரே மேலெழுந்து பறக்கக்கூடியது. முறையாகப் பறக்கத் தொடங்கிவிட்டால் மிக உயரமான மலைகளையும் தாண்டி நெடுந்தொலைவு பறக்கும் ஆற்றல் வாய்ந்தது. குளிர் காலத்தில் வல்லூறு, கழுகு ஆகியவற்றின் வேட்டைக்கு மிகுதியும் இரையாகிறது. நீர்த்தாவரங்கள், நெல், புழு, பூச்சி ஆகியவை இதன் உணவாகும். சில சமயம் சிறு மீன்களையும் உணவாகக் கொள்ளும்.

இனப்பெருக்கம். நவம்பர்-டிசம்பர் இதன் இனப்பெருக்கக் காலமாகும். நீர்ப்பரப்பிலிருந்து சிறிது உயரத்தில் நாணல் புதர்களின்மீது நீர்த் தாவரங்களால் கூடு அமைக்கும். 6-10 முட்டைகள் இடும். மஞ்சள் அல்லது சாம்பல் பழுப்பு நிறத்தில் செம்பழுப்பு, ஊதா, கறுப்புக் கோடுகளோடும், புள்ளிகளோடும் முட்டை காணப்படும். இனப்பெருக்கக் காலத்தில் பேரொலி எழுப்பும் இது எவரேனும் கூட்டை நெருங்கினால் கழுத்தை நீட்டி இறக்கையை உயரத் தூக்கிச் சினத்தைக் காட்டும். ஆணும் பெண்ணும் சேர்ந்து கூடு கட்டி அடைக்காத்துக் குஞ்சுகளைப் பேணும். இதன் அடைக்காக்கும் காலம் 21 நாள்களாகும்.

அமெரிக்க நாமக்கோழி *(Fulica americana)*. கனடா, தென் அமெரிக்கா, ஹவாய் போன்ற பகுதியில் காணப்படும் இந்த நாமக்கோழி 40 செமீ. உடல் நீளமுடையது. இதன் அலகும், கண்களுக்கு இடையே உள்ள முன்தலைப் பகுதியும் வெண்மையாக இருக்கும். இதன் கால்விரல்களில் விரலிடைச்சவ்வு (web) காணப்படும். இது நீரில் நன்றாக மூழ்கி, நீந்திச் செல்கிறது. பெரும்பாலும் நீரின் மேற்பரப்பிலேயே இது காணப்படுகிறது. ஆழமில்லாத சேறு நிறைந்த ஏரிகளையும் குளங்களையுமே இது பெரிதும் விரும்புகிறது. நீரில் மிதக்கக்கூடிய தாவரங்களின் மேல் மேடை அமைத்து முட்டையிடும். இனப்பெருக்கக் காலங்களைத் தவிர்த்த மற்ற வேளைகளில் ஆயிரக்கணக்கில் குளிர்ச்சியான நன்னீர் மற்றும் ஆற்றுக் கழிமுகங்களில் கூட்டமாகக் கூடும் இயல்புடையது.

கொம்புடைய நாமக்கோழி (Fulica cornuta)

நீர்க்கோழிகள்

கானாங்கோழியைப் போன்றே இதுவும் பேரொலி எழுப்பும். இடர் ஏற்படும்போது நீரில் இறக்கையை அடித்துத் தாவித் தாவிப் பறக்கும் இயல்புடையது.

கொம்புடைய நாமக்கோழி *(Fulica cornuta).* பொதுவாக ஆப்பிரிக்காவிலும், இனப்பெருக்கக் காலங்களில் தென் ஐரோப்பா மற்றும் ஸ்பெயின் பகுதிகளிலும் வாழும் இந்த நாமக்கோழிக்கு முன் தலைப்பகுதியில் நீண்ட கொம்புப் போன்ற நீட்சி காணப்படுகிறது. இதன் பழக்க வழக்கங்கள், உணவு ' முறைகள், இனப்பெருக்க முறைகள் ஆகியன மற்ற நாமக்கோழிகளில் உள்ளவாறே இருக்கும்.

- இரா. பக்தவச்சலம்

துணைநூல். Oliver L. Austin, *Birds of the World*, Hamlyn Publishing Group Ltd., New York, 1970.

நீர்க்கோளம்

புவியின் பரப்பில் 71% திண்ம நிலையிலோ நீர்ம நிலையிலோ நீரால் சூழப்பட்டுள்ளது. நிலத்தடி நீரும் குறிப்பிட்ட அளவு உள்ளது. இவையனைத்தையும் உள்ளடக்கியதை நீர்க்கோளம் (rydrosphere) என்பர். நீர்க்கோளத்தில் ஏரி, ஆறு போன்றவை பல்வேறு அளவுகளில் உள்ளன.

உலகப் பெருங்கடல்கள்	1.3×10^9 க.மி.மீ.,
நன்னீர் ஏரிகள்	1.3×10^5 க.மி.மீ.,,
உப்பு ஏரிகளும் உள்நாட்டுக் கடல்களும்	1.0×10^5 க.மி.மீ.,
ஆறுகள்	1.3×10^3 க.மி.மீ.,
மண் ஈரப்பதனும் வளி ஊடுருவு வட்டாரமும்	6.7×10^4 க.மி.மீ.,
4000 மீ. வரையிலுள்ள நிலத்தடி நீர்	8.4×10^6 க.மி.மீ.,
பனி மூடிய பகுதிகளும் பனிக்கட்டிகளும்	2.9×10^7 க.மி.மீ.,

பெருங்கடல்கள் நீர்க்கோளத்தின் எடையில் 97% உள்ளன. அதே நேரத்தில் காலநிலையைக் குறிக்கின்ற பனியின் அளவு பனியாக்கக் காலங்களில் மிகுந்துள்ளது. (காற்றில் உள்ள நீராவியின் அளவு 1.3×10^4 க.கி.மீ. ஆகும்). நீர்க்கோளத்தில் உள்ள நீர்ப்பகுதிகளின் சுழற்சி, நிலப்பகுதிகளின் காலநிலையைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. அது ஆண்டிற்கு உலகப் பெருங்கடல்களிலிருந்து ஆவியாகும் 3.5×10^5 க.கி.மீ மற்றும் நிலப்பகுதியிலிருந்து ஆவியாகும் 7.0×10^4 க.கி.மீ., உலகப் பெருங்கடல்கள், நிலப்பகுதி ஆகியவற்றின் மேல் முறையே 3.2×10^5, மற்றும் 10×10^5 க.கி.மீ. என்னும் அளவில் படிகிறது. கண்டங்களின் மேல் விழும் மழைநீரின் ஒரு பகுதி நிலத்தால் உறிஞ்சப்படுகிறது; ஒரு பகுதி ஆவியாகி வளிமண்டலத்தில் கலக்கிறது. எஞ்சிய பகுதி நிலத்தில் ஓடிக் கடலுக்குச் செல்வதற்கு முன் அரிமானத்தை உருவாக்கும் காரணியாகச் செயல்படுகிறது.

நீர்ச்சக்கரம்

இயங்கும் எப்பொருளுக்கும் ஆற்றல் உண்டு. ஓடும் நீரின் ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி எந்திரங்களை ஓட்டுதல், பழங்காலம் முதல் மேற்கொண்டு வரும் முறையாகும். நீர் ஓட்டத்தினால் சுழலும் வகையில் அமைக்கப்படும் சக்கரம் நீர்ச்சக்கரம் (water wheel) எனப்படும்.

சக்கரத்தின் விளிம்பில் வளைவான தகடுகள் குறுகிய இடைவெளி விட்டு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். விசையுடன் வரும் நீர் இத்தகடுகளின் மீது மோதுவதால் சக்கரம் சுழல்கிறது. இதனால் சக்கரத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள எந்திரமும் சுழல்கிறது. சக்கரம் அச்சில் பொருத்தப்படும் தளத்தின் அமைப்பைப் பொறுத்து அதைப் படுக்கைச் சக்கரம், நிலுவைச் சக்கரம் என இருவகைப்படுத்தலாம். பொதுவாக, நீர்மின்னாக்க நிலையங்களில் படுக்கைச் சக்கரமும், நீராற்றல் கொண்டு மாவு அரைக்கும் எந்திரங்களை ஓட்டுவதற்கு நிலுவைச் சக்கரமும் பயன்பட்டு வருகின்றன.

- கொ.சு.மகாதேவன்

நீர்ச்சம்மட்டி

ஓர் உயரமான நீர்த்தொட்டியில் நீர் அதிக உயரத்திற்குத் தேங்கி நிற்கும்போது அதன் கீழ்ப் பகுதியில் இணைக்கப்பட்ட ஒரு குழாயின் வழியாக நீரைத் திறந்துவிட்டால் அது மிக அதிக திசைவேகத்துடன் ஓடிச்செல்கிறது. அக்குழாயில் ஒரு கவாடம் பொருத்தப்பட்டு அந்த நீரைத் தேவையானபோது திறக்கவும், தேவையில்லாதபோது மூடவும் முடியும். குழாயில் நீர் செல்லக்கூடிய திசை வேகம், நீர்த்தொட்டியில் உள்ள நீரின் உயரத்தைப் பொறுத்து மாறுபடும். இவ்வாறு உள்ள ஓர் அமைப்பில் நீர் அதிக திசைவேகத்துடன் ஓடிக்கொண்டிருக்கும்போது திடீரென

வழிக்கவாடத்தை மூடி நீரோட்டத்தை நிறுத்தினால் ஓடிக்கொண்டிருக்கும் நீரின் உந்தம் அழிக்கப்படுகிறது. இதன் காரணமாக மிக அதிக அழுத்த அலை (pressure wave) உருவாகிறது. இந்த உயர் அழுத்த அலை, குழாயின் மூலம் வெளிப்படும்போது இடி போன்ற பெருத்த ஓசை உருவாகிறது. இதனை முட்டுதல் அல்லது இடித்தல் என்று குறிப்பிடலாம். உயர் அழுத்த அலைகள் குழாயின் சுவர்களில் சம்மட்டியால் தாக்குவது போன்ற ஓசையை உண்டாக்குவதால் அந்நிலையில் ஏற்படும் உயர் அழுத்த அலைகள் நீர்ச்சம்மட்டி எனப்படும்.

குழாயினுள் செல்லும் நீரின் திசைவேகம், குழாயின் நீளம் வழிக்கவாடத்தை மூட எடுத்துக் கொள்ளும் நேரம், குழாய் செய்யப்பட்டுள்ள பொருளின் நீட்சிக்குணம் (expansion) ஆகியவற்றைப் பொறுத்து நீர்மச்சம்மட்டி அழுத்தம் மாறுபடக்கூடியது அழுத்தத்தீவிரம் P எனவும், குழாயின் நீளம் L எனவும், நீரின் திசைவேகம் V எனவும், நீர் அடர்த்தி d எனவும், வழிக்கவாடத்தை மூடுவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் t எனவும், நீரின் பருமக்குணகம் k எனவும், குழாயின் விட்டம் D எனவும், குழாய் உருவாக்கப் பயன்படுத்தப்பட்ட பொருளின் யங்குணகம் (E) எனவும், நீர்சம்மட்டியினால் உருவாகும் அழுத்த அலையின் திசைவேகம் C எனவும் கொண்டால், நீர்ச்சம்மட்டியினால் அதிகரிக்கும் அழுத்தத்தின் தீவிரம் மூவகைப்படுகிறது. வழிக்கவாடம் சீராக மூடப்படும்போது,

$$P = \frac{d\,Lr}{t}$$

கடினமான, நீட்சி அடையாத குழாயாக இருந்து அதில் வழிக்கவாடம் திடீரென மூடப்படும்போது,

$$P = V \times (K \times d)^{0.5}$$

நீட்சி அடையக்கூடிய குழாயாக இருந்து அதில் வழிக்கவாடம் திடீரென மூடப்படும்போது,

$$P = V \times \left[\frac{d}{\left(\frac{1}{K} + \frac{D}{Et}\right)}\right]^{0.5}$$

வழிக்கவாடத்தை மூடுவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம்

$$\frac{2L}{C}$$

அளவை விட மிகுதியாக இருந்தால் அந்த நேரம் சீராக மூடப்படும் நேரம் எனக் கொள்ளலாம். அதுவே அளவைவிடக் குறைவாக இருந்தால் அந்த நேரம் திடீரென மூடப்படும் நேரம் எனக் கொள்ளலாம்.

நீர்ச்சம்மட்டியினால் உருவாகும் அழுத்த அலையின் திசைவேகம்

$$C = \left(\frac{K}{d}\right)^{0.5}$$ ஆகும்.

- ஏ.எஸ்.எஸ். சேகர்

நீர்ச்சுழலி

காண்க : ஆற்றல், நேர்மின்

நீர் திரட்டல்

பொதுவாக நீரைத் தேக்கும் முயற்சிக்கு நீர் திரட்டல் எனப் பெயர். தேக்கிய நீரை நேரடியாகப் பாசனத்திற்குப் பயன்படுத்தலாம். ஆண்டு மழை மிகுந்த பகுதிகளிலும், மழை பெய்யும் பருவத்தில் மழை பெய்யத் தவறினாலும், ஒரு மழைக்கும் இன்னொரு மழைக்கும் உள்ள இடைவெளி மிகுதியானால் பயிர் வளர்ச்சி குன்றிவிடும். ஏனென்றால் மழை பரவல் எப்போதும் ஒரே சீராக இருப்பதில்லை. பயிர் நன்கு வளரும் பருவத்தில் ஒன்று அல்லது இரண்டு முறை பாசனம் செய்தால் கணிசமான பயன் பெறலாம். எனவே, மழை மிகுதியாக உள்ள பகுதிகளிலும், நீரைச் சேமித்துப் பாசனம் செய்தல் வேண்டும். சில சமயம் இத்தேக்கத்தில் உள்ள நீரை நேரடியாகப் பாசனத்திற்குப் பயன்படுத்தாமல் இதன் கீழ்ப்பகுதியில் உள்ள கிணறுகளில் ஊற்றைப் பெருக்கிக் கூடுதலாகப் பாசனம் செய்யலாம். இவ்விரு தேக்கங்களையும் குட்டை எனலாம். பாசனம் செய்ய உதவும் குட்டையைப் பாசனக்குட்டை என்றும் கிணறுகளில் ஊற்றை ஊக்குவிக்கும் குட்டையை ஊற்றுக் குட்டை என்றும் கூறலாம். மண்ணை அகழ்ந்து வரப்பிட்டு மழைநீரைச் சேமித்து வேண்டிய சமயத்தில் பாசனம் செய்ய உதவும் தேக்கத்தை அகழ்ந்த குட்டை என்பர். பாசனக்குட்டை என்பது ஓடுநீரைச் சேமித்தல், சேமித்த நீரைத் தேக்கி வைத்தல், பாசன நீர் இறைத்தல், பாசனம் செய்யுமிடத்திற்கு நீரைக் கொண்டு செலுத்திப் பாசனம் செய்தல் எனப் பகுக்கப்படும்.

மழை குறைந்த பகுதிகளில் ஓடு நீரைப் பெருக்குவதற்காக மண்ணை இறுக்குதல், தார் தூவுதல், மண்காரைக் கலவை, காரைக்கல், பாலித்தீன் படலம் பரப்புதல் ஆகியவற்றைப்

பயன்படுத்தலாம். உப்புக் கரைசலை மண்ணின்மீது தெளித்து நீர் இறங்காது தடுத்து ஓடு நீரைப் பெருக்கலாம். நீரைச் சேமித்து அதைப் பயன்படுத்துவதால் கிடைக்கும் வருமானத்தையும் இதற்கு ஆகும் செலவையும் ஒப்புநோக்கி ஏற்றதை மேற்கொள்ளலாம். மேலும் இவ்வாறு செய்வதற்கு உழவுக்கு உதவாத நிலம் தேவை.

பாசனக் குளங்களில் பாசனத் திட்டம் சார்ந்த குளம், வானம் பார்த்த குளம் என இருவகை உண்டு. முன்னையது ஆற்றின் குறுக்கே அணை அமைத்து நீரைத் திருப்பிப் பாசனம் செய்யக் குளங்களுக்குச் செலுத்துவதால் ஏற்பட்டது. இம்முறையில் ஒரு குளம் நிறைந்ததும் அதன் கீழ் உள்ள குளத்திற்கு நீர் செல்லும். இவ்வாறு வரிசையாகப் பல குளங்களில் நீர் நிறைந்து எஞ்சிய நீர் மீண்டும் ஆற்றை அடையும்.

வானம் பார்த்த குளத்தில் மழைக்காலத்தில் பெருகும் மழைநீர் சேமிக்கப்படுகிறது. மழையின் அளவைப் பொறுத்து இக்குளத்தில் நீர் தேங்கும். மழை நன்கு பெய்தால் பாசனம் செய்வதற்கு வேண்டிய நீர் நிறையும். மழை குறைந்தபோது பயிர் செய்வதற்கு வேண்டிய நீரைச் சேமிக்க இயலாது. ஆகவே இக்குளத்து நீரைக் கொண்டு அனைத்துப் பருவத்திலும் பாசனம் செய்ய இயலாது.

மழை மிகுந்த பகுதிகளில் வரப்பிடும் நிலங்களில் வரப்பு ஓடையைக் கடக்கும் இடத்தில் நிலம் உறிஞ்சியது போக எஞ்சிய நீரை வடிக்கக் கலிங்கு (waste weir) அமைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு இதன் கீழ் உள்ள வரப்புகளிலும் கலிங்கு அமைக்கப்படும். பல கலிங்குகளிலிருந்தும் வடிந்த நீரை நிலத்தின் கீழ்ப்பகுதியில் நீரின் அளவுக்குத் தக்கபடி வடிவமைத்து வரப்பிடப்படுகிறது. இவ்வரப்பின் கீழ் உள்ள நிலத்தைச் சமப்படுத்தி வயலாக்கி நிலக்கடலை, எள், சோளம், கம்பு, மக்காச்சோளம் போன்ற பயிர்களை விளைவிக்கலாம். இப்பயிருக்கு வேண்டிய நீரை மழை அளிக்கும். மழை தவறிய தருணத்தில் மேற்பகுதியில் தேங்கிய நீரைப் பாசனம் செய்து நல்ல விளைச்சல் பெறலாம். வானம் பார்த்த நிலையிலேயே பாசனப் பயிர் விளைவிக்க உதவும் இவ்வயலுக்குக் காப்பு வயல் (conservation terrace) என்று பெயர்.

நீர்தரு நிலத்திலிருந்து பெறப்படும் ஓடு நீரை முழுமையாகத் தேக்கும் வாய்ப்பைக் கவனிக்க வேண்டும். மிகச் சிறிய நீர்தரு நிலத்திலிருந்து பெரிய தேக்கத்திற்கு வேண்டிய நீர் வராது. மிகப்பெரிய நீர்தரு நிலத்திலிருந்து பெருமளவு நீர் கிடைக்கும். ஆனால் இதைத் தேக்குவதால் வண்டல் படிவு மிகுதி. மேலும் அதிகப்படியான நீர் கரையை உடைத்திடும் வாய்ப்பும் உண்டு. இவ்விரு நிலைகளையும் தவிர்க்க வேண்டும். அகழ் குட்டை,

காப்பு வயல்

தேர்ந்தெடுத்த பகுதியில் உள்ள மண்ணைக் கொண்டு வரப்பிடுவதால் அமைக்கப்படுகிறது. இக்குட்டையின் ஆழம் 1.5மீ. இருக்கலாம். ஆழம் கூடுதலாக இருக்கும் குட்டையின் வரப்புகளைக் கல் பாவி நீர் கசியாது தடுக்க வேண்டும். குட்டைக்கு நீர் வரும் கால்வாயில் வண்டல் தடுக்கும் பொறி அமைத்துக் குட்டையில் வண்டல் படிவதைக் குறைக்கலாம். குட்டையின் வரப்புக்குப் பக்கச் சரிவு 1.5 :1 இருத்தல் நலம். கால்நடைகள் நீர் குடிக்கும் குட்டையில் இவை எளிதில் சென்று வரும் பொருட்டு 4:1 சரிவுள்ள வாரி அமைக்கலாம். இக்குட்டையின் கீழ்ப்பகுதியில் உள்ள நிலத்திற்குப் பாசனம் செய்யலாம். நீர்க்கசிவினால் நீர் வீணாவதைத் தார் தூவியும், மண் காரைக் கலவை 8:1 என அமைத்தும் தடுக்கலாம். ஆனால் குட்டையில் நீர் வற்றும்போது வெடிப்பு ஏற்படுவதால் மீண்டும் இம்முறையைக் கையாள வேண்டும். இதனால் செலவும் பணியும் கூடுதலாகும்.

மழை குறைந்த பகுதிகளில் பாசனம் செய்ய நில நீரையே கருதவேண்டிய நிலை ஏற்படுகிறது. இங்குக் கிணறு அமைத்து, இறைவை எந்திரம் அல்லது கமலை மூலம் நீர் இறைக்கப்படுகிறது. இக்கிணறுகளில் நீர் ஊறுவது மழை பெய்வதைப் பொறுத்தே உள்ளது. அண்மைக்காலத்தில் தமிழ்நாட்டில் மழை குறைவாகவும் காலம் தவறியும் பெய்வதால் வறட்சி ஏற்பட்டு வருகிறது.

மழைநீர், நிலத்தில் போதுமான காலம் தங்கினால் அதன் ஒரு பகுதி மண் கண்டத்தைத் தெவிட்டிய **(saturated)** பின் நில நீரை அடைகிறது. இந்நீரையே கிணறு மூலம் பாசனத்திற்குப் பயன்படுத்துவர். எனவே, நில நீருக்கு ஆக்கமளித்தல் மிகவும் இன்றியமையாதது. வான் பயிர் செய்யப்படும் நிலங்களில் நிலச்சரிவு, மண்ணின் ஆழம் இவற்றைப் பொறுத்துச் சமதள வரப்பு, சம தள வாய்க்கால், படிமட்டம், சமகற்கோட்டை போன்ற மண்வளப் பாதுகாப்பு முறைகளை மேற்கொள்ள வேண்டும். பாசன நிலங்களில் வரப்புகள் இயல்பாகவே அமைக்கப்பட்டுள்ளமையால் மழை நீரும், பாசன நீரும் தேங்குவதற்கு வசதி கிடைக்கிறது. ஓடைகளின் குறுக்கே தடுப்பணைகள் அமைத்து ஓடு நீர் விரைந்து ஓடுவதைத் தடுத்து அதிலுள்ள வண்டலை ஆங்காங்கே படியச் செய்யலாம். நில நீருக்கு ஆக்கமளிக்கும் பொருட்டு நீர் பெருகி ஓடும் ஓடை மற்றும் தாழ் இடங்களின் குறுக்கே நீண்ட வரப்பமைத்து நீரைத் தேக்கிக் குட்டைகள் அமைக்கப்படுகின்றன. தேவையான நீரைத் தேக்கி மிகையான நீரை வெளியேற்றக் கலிங்கு அமைக்கப்படுகிறது. மழையின் தீவிரம், அளவு, நீர்தரு நிலத்தின் பரப்பு, நீர்தரு நிலம் பயன்படும் பாங்கு ஆகியவற்றைக் கொண்டு ஓடுநீரின் அளவு கணக்கிடப்படுகிறது. ஓர் ஆண்டில் சேமிக்க வேண்டிய நீரின் அளவைக் கருத்தில் கொண்டு வரப்பின் நீளம், உயரம், பக்கச் சரிவு, நீர் வழிமுகம் முதலியவை வடிவமைக்கப்படுகின்றன. குட்டை அமையும் இடத்திலிலேயே வரப்பிடுவதற்கேற்ற மண் இருப்பது இன்றியமையாதது. நீர்தரு நிலத்தின் பரப்புக்கும், நீர்தரு தேங்கும் பரப்புக்கும் நெருங்கிய தொடர்பு உண்டு.

ஊற்றுக் குட்டையில் வரப்பே பெருமளவு உள்ளமையால் இதற்குக் குட்டை அமைக்கும் செலவில் மூன்றில் இரு பகுதியும், எஞ்சியது நீர் வழிமுகத்திற்கும் ஆகும். ஆழமான ஓடையை வரப்புக் கடக்கும் பகுதியில் உட்சுவர் அமைத்து நீர்க்கசிவு ஏற்படாமல் தடுக்கலாம். இது காரைக்கல் அல்லது களிமண்ணால் ஆனது. வரப்பிடுவதற்குத் தேவையான மண்ணுக்கும் சேமிக்கும் நீருக்கும் உள்ள தொடர்பு குட்டை அமைப்பதற்கு ஆகும் செலவைப் பாதிக்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு மண் கொண்டு எவ்வளவு கன அளவு நீர் சேமிக்க இயலும் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. பெரும் துகள்கள் மிக்க மண்ணைக் கொண்டு வரப்பு அமைத்தால் பரப்பிலிருந்து நீர்க்கசிவு ஏற்படும். இதற்குத் தக்கவாறு வரப்பின் பக்கச் சரிவை அமைக்க வேண்டும். ஆழம் மிகுதியாக உள்ள குட்டையின் நீர்ப் பக்கத்தில் வரப்புக்குக் கல் பாவ வேண்டும். ஊற்றுக் குட்டை அமைத்த பின் சில இடங்களில் ஊற்றுப் பெருக்கெடுத்துள்ளது. சிறு தடுப்பணைகள் அமைத்து இந்நீரைப் பாசனத்திற்குப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

ஊற்றுக் குட்டை அமைக்கும் நிலத்தில் நீர், எளிதில் மண்ணில் இறங்கும் தன்மை பெற்றிருக்க வேண்டும். நுண்ணிய மண் துகள்கள் உள்ள மண்ணில் எளிதில் நீர் இறங்குவதில்லை. இந்நிலை கரிசல் மண் உள்ள நிலத்தில் காணப்படுகிறது. இப்பகுதியில் ஓடு நீரைச் சேமிக்கக் குட்டை அமைத்தால் நீர் நிலத்தினுட் செல்லாது நெடுநாள் தங்கும். இந்நீரை மழை தவறிய தருணத்தில் பயிர்களுக்கு ஓரிரு முறை பாசனம் செய்யலாம். இதனால் பயிர் காய்ந்து வீணாவதைத் தடுப்பதோடு நிறைந்த விளைச்சலும் பெறலாம். இந்தியாவின் மொத்தப் பரப்பில் 23% கரிசல் மண் நிலம் உள்ளமையால் இங்குப் பாசனக் குட்டைகள் அமைக்கும் வாய்ப்பு மிகுதி.

- கே.ஆர். திருவேங்கடசாமி

நீர்த் தூய்மைக்கேடு

பெருகி வரும் மக்கள் தொகைக்கும், வளர்ந்து வரும் நகரங்களுக்கும், தொழிற்சாலைகளுக்கும் நீர்த் தூய்மைக்கேடு பெரும் சிக்கலாகி வருகிறது. மக்கள் தங்கள் வசிப்பிடங்களில் சேரும் அனைத்து வகைக் கழிவுப் பொருள்களையும் அருகில் உள்ள ஏரி, நதி, கடல் போன்ற நீர் நிலைகளில் சேர்க்கின்றனர். இக்கழிவுப் பொருள்களே நீர் மிகுதியாகக் கெட்டுப் போவதற்குக் காரணமாக உள்ளன. பெரும்பாலான நகரங்களில் நதிக்கரைகளில் தொழிற்சாலைகள் நிறுவப்பட்டு அவற்றின் கழிவுப் பொருள்கள் அனைத்தும் நேரிடையாகவே நதிகளில் சேர்க்கப்படுகின்றன.

சாக்கடைகள், கழிப்பறைக் கழிவு அனைத்தும்கூட நீர் நிலைகளில் நேரிடையாகச் சேர்க்கப்பட்டு நோய்களை உருவாக்குகின்றன.

காற்று மாசு அடைவதாலும், அக்காற்றிலிருந்து நீரும் தூய்மைக்கேடு அடைகிறது. தொழிற்சாலைகளில் இருந்து வெளியேற்றப்படும் கரிப்புகை, நீராவி எந்திரம், எரிகலன், பட்டறை ஆகியவற்றிலிருந்து வெளியேறும் கரிப்புகை ஆகியவை நேரிடையாகத் தூய காற்றை மாசுறச் செய்கின்றன. இவை காற்றில் கலந்து பின் திண்மம் அதிகரிக்கும்போது கீழே விழுந்து நீரில் கலக்கின்றன. நகரங்களில் காணப்படும் மிகுதியான தூசி, துரு, கடலிலிருந்து ஆவியாகும் உப்புப் பொடி, விளைநிலங்களிலிருந்து பறக்கக்கூடிய மகரந்தத் தூள் முதலியவை காற்றில் பறந்து கலந்து பின் நீரில் படியக் கூடியவை. தொழிற்சாலைகள் வெளியேற்றும் நச்சு வளிமங்கள் காற்றுடன் கலந்து நீரையும் மாசுபடுத்துகின்றன. ஊர்திகளின் எரிபொருள்களில் ஒரு பகுதி முழுவதும் எரிக்கப்படாமல் கரும் புகையாக வெளியேற்றப்படுவதால் காற்றும் நீரும் தூய்மைக்கேடு அடைகின்றன.

தூய்மைக்கேடு என்பது காற்று, நிலம், நீர் ஆகியவை தம் இயற்கையான இயற்பிய, வேதி, உயிரியல் குணங்களை இழந்து உயிரினங்களுக்கும் தாவரங்களுக்கும் கேடு விளைவிக்கக்கூடிய நிலையை அடைவதாகும்.

உலகின் அறிவியலும், மருத்துவமும் பெரும் முன்னேற்றம் அடைந்துள்ள போதிலும், நோய்க் கொடுமைகள் தொடர்ந்துகொண்டே உள்ளன. சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகளின் பாதுகாப்பு, இயற்கை வளத்தின் பாதுகாப்பு ஆகியவை பற்றி அனைவரும் அறிந்த போதிலும், வலியுறுத்திச் சட்டம் இயற்றிய போதிலும் தூய்மைக்கேடு பெருகி வருகிறது. தூய்மைக்கேடு அனைத்து நோய்களுக்கும் காரணமாகி மனிதர், விலங்குகள், தாவரங்கள் அனைத்தையும் துன்புறுத்துகிறது.

தூய்மைக்கேடு இயற்கையாகவோ, செயற்கையாகவோ ஏற்படலாம். இயற்கைத் தூய்மைக்கேடு என்பது சீர் கெட்ட தாவர நிலையாலும், கட்டுப்பாடில்லாத புயல், மழை ஆகியவற்றாலும், கொடும் கோடை வெப்பத்தாலும் ஏற்படக்கூடியது. இவற்றால் நீர் கட்டுப்பாடின்றி ஓடி வண்டல் மண்ணை அரித்துக் கொண்டு போவதும், நீர் செல்லும் பாதைகளில் மண்ணைக் குவித்துவிடுவதும், செடி கொடிகளை அடித்துச் செல்வதும், உரங்களை வீணாக வெளியேற்றுவதும் நிகழும். செயற்கைத் தூய்மைக்கேடு என்பது வீடுகளிலிருந்தும், தொழிற்சாலைகளிலிருந்தும், விளைச்சல் நிலங்களிலிருந்தும் வெளியேற்றப்படும் கழிவுப் பொருள்களால் ஏற்படுவது. வசிப்பிடங்களிலிருந்து வெளியேறும் கழிவறைக் கழிவுகள் அனைத்தும் நேரிடையாக நீரில் சேர்க்கப்படுகின்றன. தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளியேறும் வேதிப் பொருள்கள் நீருடன் சேர்க்கப்படுவதால், சுவை கெட்டு, நீர் அழுக்கடைந்த நிறமும் கெடு மணமும் அடைகிறது. விளைச்சல் நிலங்களிலிருந்து கசிந்து வரும் கழிவுநீர் வேதி உரங்களின் கரைசலாகவும், பூச்சிகொல்லி மருந்து கரைந்து நீராகவும் வந்து ஆற்று நீருடனும், நிலத்தடி நீருடனும் இணைந்து அவற்றின் தூய்மையை மிகுந்த அளவில் கெடுக்கிறது.

சாதாரணமாகச் சிறிதளவில் மாசடைந்த நீர் தொலைவு ஓடைகளிலும், கால்வாய்களிலும் ஓடும்போது மேற்பரப்பில் காற்றுடன் கலப்பதால் சற்றுத் தூய்மை அடையும். ஆனால் தொடர்ந்து மாசுகளும், கழிவுப் பொருள்களும் சேர்ந்து கொண்டே இருக்கும்போது தூய்மை அடைய வாய்ப்பே இராமல் போய்விடுகிறது. இதனால் நீர் மாசு அடைவதுடன் மீன் போன்ற நீரில் வாழும் உயிரினங்கள் அழிந்துவிடுகின்றன. மாசுகள் தொடர்ந்து சேர்வதால் சகதி சேர்ந்து நீர் மேலும் தொடர்ந்து ஓடாமல் ஓட்டம் குன்றி நின்று தேங்கும். மிதக்கும் கழிவுப் பொருள்கள் விரைவில் கெட்டு நீண்ட தொலைவிற்குக் கெடு மணத்தை உருவாக்குகின்றன. மேலும் நீர், காண முடியாத அளவில் வெறுப்பாகக் காட்சியளிக்கிறது. இத்தகைய நீரைத் தூய்மைப்படுத்துவது மிகக் கடினம். நகரங்களில் இந்த நீரைத் தூய்மைப்படுத்த ஆகும் செலவைக் கணக்கிட்டால் கடல் நீரைக் குடிநீராக மாற்றுவதற்கு ஆகக்கூடிய செலவைவிட மிகுதியாகும்.

தொழிற்சாலைகளின் கழிவுநீர் நேரிடையாகக் கலப்பதால் கடல்நீரும் கெட்டுவிடுகிறது. துணி ஆலைகளிலிருந்து வெளியேறும் சாயம் நிறைந்த வேதிக் கழிவுநீர், காகித ஆலைகளிலிருந்து வெளியேறும் கழிவு நீர், உரத் தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளியேறும் கழிவுநீர், சர்க்கரை

ஆலைக் கழிவுநீர், எண்ணெய், மசகு, வேதிப் பொருள்கள் இவை கடல் நீரில் கலந்து அதன் இயற்கைத் தன்மையைக் கெடுத்து அப்பகுதிகளில் மீன் மற்றும் உயிரினங்கள் வாழ முடியாமல் செய்துவிடுகின்றன. எண்ணெய்ப் பொருள்கள் தொழிற்சாலைகளில் முழுவதும் எரியாமல் புகையுடன் கலந்து வெளியேறுகின்றன. இவை காற்றிலும் மழை நீரிலும் கலந்து கடலில் வந்து சேர்கின்றன. எண்ணெயை மிகுந்த அளவில் கப்பல்களில் ஏற்றும்போதும், கப்பல்களில் கொண்டு வந்து இறக்கும்போதும் கடலில் கொட்டுவதால் கடல்நீர் தூய்மை கெடுகிறது. கப்பல்களிலும், கடற்கரைகளில் அமைந்துள்ள எண்ணெய்த் தொட்டிகளிலும் ஏற்படும் கசிவினாலும் எண்ணெய் மிகுந்த அளவில் கடலில் கலக்கிறது. பெரிய எண்ணெய்ப் பெட்டி, எண்ணெய்த் தொட்டி ஆகியவற்றைக் கப்பலில் இருக்கும்போதே தூய்மை செய்யும்போதும் எண்ணெய் பெருமளவில் கடலில் கலந்து மாசுபடுகிறது.

நீர்த் தூய்மைக்கேட்டால் விளையும் தீமைகளைப் பின்வருமாறு தொகுக்கலாம். மிகுந்த அளவில் கந்தக அமிலம் காற்றிலும், நீரிலும், மழை நீரிலும் கலந்துவிட்டால், மரங்கள், பயிர்வகைகள், கட்டிடங்கள் அனைத்தும் அரிக்கப்பட்டுக் கெட்டுவிடும். நீரில் மிதக்கும் மாசுகளால் நச்சுத் தன்மை மிகுந்த களைச் செடிகள் தோன்றும். சூரிய ஒளி மறைக்கப்படுவதால் நீர் தூய்மை அடைவது தடைப்படும். நீர் காற்றினால் தூய்மை அடைவதும் தடைப்படும். மீன் போன்ற நீர் வாழ் உயிரினங்கள் அழிந்துவிடும். மாசு, நீரில் கரைந்து ஆக்சிஜனைக் குறைத்துவிடுவதால் நீர் கெடு நாற்றம் அடையும்.

நிலத்தடி நீரில் மாசு சேரும்போது வேதிப் பொருள்கள் மிகுந்து நீர் ஓரிடத்திலிருந்து வேறு இடம் செல்ல முடியாத அளவு அடர்த்தி கூடிவிடுகிறது. அம்மோனியா, யூரியா ஆகியவை மிகுந்த நீர், நச்சு நீராக மாறிவிடுகிறது. தூய்மை இழந்த நீர் தேங்கி நிற்கும் நிலம் விளைச்சலுக்குப் பயனற்றதாகிவிடுகிறது. மாசு கலப்பதால் வெப்பநிலை மாற்றம் அடைந்து நீர் கெடுகிறது.

தூய்மைக்கேட்டைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள். சாதாரணமாகத் தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் கழிவுநீரைத் தூய்மை செய்து அதன் பின்னர் அக்கழிவுநீரை விவசாயத்திற்குப் பயன்படுத்தலாம். மிகுந்த அளவு தூய்மையாக்கப்பட்ட பின்னர் குறிப்பிட்ட தொலைவு திறந்தவெளியில் பாயச் செய்து காற்றில் தூய்மையடைந்த பின்னர் ஆறு, கடல் போன்ற பெரிய நீர் நிலைகளில் கலக்கவிட வேண்டும். இந்நிலைகளில் நீரில் நச்சுத்தன்மையும் நோய் நுண்ணுயிரியும் இராமலிருக்கத் தொடர்ச்சியான ஆய்வுகளை மேற்கொள்ள வேண்டும். இறுதியாக நீரைக் நதியிலோ, கடலிலோ சேர்க்க நீர் தேவையான தரம் பெற்றுள்ளதா என ஆய்ந்தறிய வேண்டும். நீர்த் தூய்மைக்கேடு காற்றுத் தூய்மைக்கேடு ஆகியவற்றை உருவாக்கும் தொழிற்சாலைகள் மீது கடும் நடவடிக்கை எடுக்க வேண்டும்.

குடிநீராக்குவதற்கு நீரில் உள்ள மணல் துகள், வண்டல், சகதி முதலியவற்றை நீக்க வேண்டும். வலை, சல்லடை, துளையிட்ட தடுப்புச் சுவர் முதலியவற்றை நீர் செல்லும் பாதைகளில் அமைத்து நீரைத் தூய்மைப்படுத்த வேண்டும். பின்னர் நீரை நன்கு கலக்குவதன் மூலம் அதில் உள்ள தூசிகளை ஒன்று சேர்க்க வேண்டும். பின்னர் அந்நீரைக் குறிப்பிட்ட நேரத்திற்குத் தேக்கி வைத்து மாசுகளைத் தரையில் படிய வைக்க வேண்டும். இவ்வகையான நடவடிக்கைகள் முதற்கட்டமாகச் செய்யப்பட்டு நீர் ஓரளவு தூய்மை செய்யப்பட வேண்டும்.

இரண்டாம் கட்டமாக, நீரில் மாசுகளின் காரணமாகக் குறைந்துவிட்ட ஆக்சிஜனை மீண்டும் நீரில் செலுத்த வேண்டும். இதனைக் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் குறிப்பிட்ட நேரத்திற்குச் செயல்படுத்த வேண்டும். இதற்குத் தெளிப்பான் வடிகட்டி என்னும் எந்திரமும் காற்று ஊட்டும் நீர்த்தொட்டிகளும் பயன்படுகின்றன.

மூன்றாம் கட்டமாக, நீர் ஆய்வுக்கூடத்தில் ஆராயப்பட்டு அதில் சேர்ந்துள்ள வேதிப் பொருள்களின் அளவுகளை அறிந்து அதற்கு ஏற்ற தூய்மிப்புப் பணியை மேற்கொள்ள வேண்டும். பொதுவாகக் குளோரின் அதிக அளவில் தூய்மைப்படுத்தப் பயன்படுகிறது.

எண்ணெய்த் தூய்மிப்பு முறை. கடல் நீரின் மீது பரவியுள்ள எண்ணெய் மிகக்குறைந்த அளவு இருந்தால் நெருப்பைப் பரவவிட்டு எரித்து அகற்றலாம். சற்று அதிகமாக இருந்தால் விளக்குத் திரி போன்ற பஞ்சுக் கயிறுகளை அந்த எண்ணெயின் மீது படர வைத்து உறிஞ்சி எடுக்கலாம்.

கடல் நீரின் மீது கொட்டிவிட்ட எண்ணெயை உறிஞ்சிச் சேர்க்க 15 மீ. அகன்ற படகு போன்ற மிதவைகள் உள்ளன. இவற்றைப் பயன்படுத்தி வழித்தெடுக்கும் முறை அல்லது கடைந்தெடுக்கும் முறையில் எண்ணெயைச் சேகரிக்கலாம்.

பாலி எத்திலீன் என்னும் பஞ்சு போன்ற நுரைத்துண்டுகளை இந்த எண்ணெய் மீது தூவி அந்த நுரைத் துண்டுகள் எண்ணெய் உட்கொண்ட பின்னர் அவற்றைச் சேகரித்து எண்ணெயை அகற்றலாம். இதனை உட்கொள்ளும் முறை எனலாம்.

குறிப்பிட்ட வேதிப்பொருள்களை நீரின் மீது பரவியுள்ள எண்ணெயின் மேல் தூவி, அவை எண்ணெயுடன் இணைந்து உருவாகும் ஊறிப்பருத்த பசை போன்ற பொருளைச் சேகரித்து எண்ணெயை அகற்றலாம். இதே போன்று குறிப்பிட்ட வேதிப் பொருள்களை மணல் போல எண்ணெய் மீது தூவினால் அவை எண்ணெயைச் சேர்த்துக் கொண்டு ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் கூடி ஒதுங்கிவிடும்.

கடல் நீரில் மிதக்கும் எண்ணெயைச் சேகரிப்பதற்சென்றே தயாரிக்கப்பட்ட எடை குறைந்த மிகுந்த பரப்பளவைச் சூழ்ந்து கொள்ளக் கூடிய மிதவைகளை அனைத்து வகைப் படகு அல்லது கப்பலுடன் இணைக்க வேண்டும். இந்த மிதவை காற்று அடைக்கப்பட்ட பலூன் போல் நீரில் மிதந்து எண்ணெயைக் குறிப்பிட்ட இடத்திற்குள் நிறுத்தக்கூடியது. பின்னர் எண்ணெயைச் சேகரித்து எளிதில் அகற்ற முடியும்.

மற்றொரு முறையில், எண்ணெய் உறிஞ்சும் பொருளால் கயிறு போலத் திரிக்கப்பட்ட வலைகளை எண்ணெய் மீது படுமாறு பரவவிட்டு, அவை எண்ணெயை உறிஞ்சிய பின்னர், தொடர்ந்து அவ்வலைகளைத் துணிகளை முறுக்கிப் பிழிவது போலச் சக்கரங்களில் சுற்றிப் பிழிந்து எண்ணெயைப் பிரித்து எடுக்கலாம். கடற்கரையிலோ, படகுகளிலோ வலைகளும் சுழலும் சக்கரங்களும் அமைத்துத் தொடர்ந்து தேவையான தொலைவிற்கு வலைகளைப் படரவிட வசதியாக அமைக்க முடியும்.

- ஏ.எஸ்.எஸ். சேகர்

நீர்த்தூய்மையாக்கல்

முழுவதும் தூய நீர் இயற்கையாகக் கிடைப்பது அரிது. மழை நீர்கூடத் தூசியாலும், வளிமத்தாலும், நுண்ணுயிரியாலும் வானிலிருந்து வரும் வழியிலேயே மாசடைந்துவிடுகிறது. நிலத்தை அடைந்தபிறகு மேலும் பல வகையான மாசுகளுடனும் கலந்துவிடுகிறது. இத்தகைய மாசுகள் இயற்பிய, வேதிய, உயிரியல் மாசுகள் என மூவகைப்படும்.

இயற்பிய மாசுகள், கெடு சுவை, கெடு நாற்றம், அழுக்கடைந்த நிறம், கலங்கலான எண்ணெய்த் தன்மை முதலியவற்றை உருவாக்குகின்றன. இவை யாவும் உடல் நலத்திற்குக் கேடு விளைவிப்பன. வேதி மாசுகள், தாதுப்பொருள்களால் ஏற்படும் மாசுகளால் நீர் எண்ணெய்த் தன்மை, கடினத்தன்மை முதலியவற்றையும் கரிமப் பொருள்களால் ஏற்படும் மாசுகளால், அமிலத் தன்மை, நுண்ணுயிரி, கெடு சுவை, கெடு நாற்றம் முதலியவற்றையும் பெறுகிறது. நுண்ணுயிரி மாசுகள் நோய்களை உருவாக்கிப் பரப்பக்கூடிய நுண்ணுயிரிகளை உற்பத்திச் செய்கின்றன. ஈகோலை எனப்படும் நுண்ணுயிரி நீர் மாசடைவதற்கும் நோய் பரவுவதற்கும் காரணமாகிறது.

நீரைத் தூய்மைப்படுத்துவதற்கு அதில் அடங்கியுள்ள மாசுகளைப் பல ஆய்வின் மூலம் அறியலாம். இயற்பிய ஆய்வு, வேதி ஆய்வு, நுண்ணுயிரி ஆய்வு ஆகியவை நடத்தப்பட வேண்டும். நீரில் காணப்படும் கலங்கலான எண்ணெய்த் தன்மையின் அளவு அதில் மிதக்கும் நிலையில் உள்ள நுண் பொருள்களின் அளவைப் பொறுத்துக் கணக்கிடப்படுகிறது. இதற்கு ஜாக்சன் கலங்குமை அளவி பயன்படுகிறது. நீரின் நிறத்தை அதில் உள்ள மிதக்கும் பொருள்களை நீக்கிய பின்னர் தரம் பிரித்துக்கூறும் நீர்மங்களின் உதவியால் அளவிடலாம். நல்ல நீரில் பொதுவாகச் சுவையோ, மணமோ இரா. வேதி ஆய்வுகள் மூலமாக, நீரில் கலந்துள்ள திண்மப் பொருள்களின் வகையை அறிய முடிகிறது.

நீரின் கடினத் தன்மையைக் கால்சியம், மக்னீசியம் ஆகியவற்றின் அளவினைக் கொண்டு கணக்கிடலாம். இதற்குச் சோப்புப் பரிசோதனை பயன்படும். ஹைட்ரஜன் அயனிகள் இருக்கும் அளவைக் கணக்கிட்டு அதன் மூலம் நீரின் அமிலத்தன்மையை அறியலாம். சோடியம் குளோரைடு நீரில் கலந்திருந்தால் உப்புச் சுவையை உருவாக்கும். இது அளவுக்கு மேல் இருக்கக்கூடாது. மிகுதியான குளோரின் நீரின் அடியில் தங்கியிருந்தால் நுண்ணுயிரிகள் அழிந்து விடும். இரும்பு, மாங்கனீஸ் ஆகியவற்றைச் சில நுண்ணுயிரிகள் உணவாக உட்கொள்ளும். இவை நீரில் இருந்தால் நுண்ணுயிரிகள் தொடர்ந்து நீரில் வாழ்ந்து பெருகிவிடும். இவை குழாய்களின் உட்பகுதியில் வசிக்கும். ஃபுளோரைடு நீரில் நிறம் உருவாக்கும். சில நுண்ணுயிரிகளைத் தொடர்ந்து உட்கொள்ளும் மனிதர்களுக்குப் பற்களில் கறை ஏற்படக்கூடும். டைஃபாய்டு, வயிற்றுப்போக்கு முதலிய நோய்களும் ஏற்படும்.

உலக சுகாதார நிறுவனம் (WHO) குடிநீருக்னெக் குறிப்பிட்ட தரத்தை வரையறுத்துள்ளது. இதன்படி கலங்கல் தன்மை 10 கி./லி, நிறம் 20 மி./மிலி, தீங்கற்ற மணம், சுவை இருக்கலாம். இதேபோல வேதிப்பொருள்களின் அளவும் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. இத்தகைய தரமற்ற நீரைத் தூய்மையாக்கிய பின்னரே பயன்படுத்த வேண்டும்.

நீர்த்தூய்மையாக்கம் எனப்படுவது பின்வரும் நெறிமுறைகளைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். நோய்

உருவாக்கும் நுண்ணுயிரி புழு, பூச்சி, கெடு சுவை, தீங்கு விளைவிக்கும் மணம் முதலியவை நீரிலிருந்து நீக்கப்பட வேண்டும். நீரில் உள்ள மக்கிய நிறம் நீக்கப்பட்டு நல்ல தோற்றம் அளிக்க வேண்டும். சமையல், சலவை போன்ற வீட்டுப் பயனுக்கும், சாயம் காய்ச்சுதல், பழரசம் தயாரித்தல் போன்ற தொழிற்சாலைப் பயனுக்கும் ஏற்ற தரத்தில் நீர் இருக்க வேண்டும். குழாய்களில் பாயும்போது கறை படியாமலும், அரிப்பு ஏற்படுத்தாமலும் இருக்க வேண்டும்.

நீர்த் தூய்மையாக்க முறை மாசுகளின் தன்மையைப் பொறுத்து வகைப்படுத்தப்படுகிறது. இதனை நீரில் மிதக்கும் மாசு அகற்றும் முறை, நீரில் கரைந்து கலந்துள்ள மாசு அகற்றும் முறை எனப் பகுக்கலாம். நீரை ஓரிடத்தில் தேக்கி வைத்து மாசுகளைத் தானாகவே தரையில் படிய வைத்தலும், வடிகட்டுதலும் முதல் வகையில் அடங்கும். நீரில் கரைந்துள்ள மாசுகளைப் கட்டிகளாக மாற்றித் திரட்டிப் படிய வைத்தலும், வடிகட்டுதலும், காற்றைச் சேர்த்தலும் இரண்டாம் வகையில் அடங்கும். இரு வகைகளிலும் குளோரின் சேர்த்து, நோய் உருவாக்கக் கூடிய நுண்ணுயிரி அழித்தல் இன்றியமையாதது. பின்னரே அந்த நீரைப் பாதுகாக்கப்பட்ட, பயன்படுத்தத் தகுதியான நீர் எனக் கூறலாம்.

நிலத்தடி நீர், ஊற்று நீர் ஆகியவற்றில் பொதுவாக நுண்ணுயிரிகள் இரா. ஆயினும் கிணற்றுக் கசிவு மற்றும் குழாய் மூலம் கெடுவதற்கு வாய்ப்பு உள்ளமையால் குளோரின் சேர்ப்பது நல்லது. நிலத்தடி நீர் தூய நிலையில் இருந்தும் இரும்பு, மக்னீசியம் கலந்த உப்புக் கரைசல் அளவுக்கு அதிகமாக இருக்கலாம். இந்த நீரை வேதிக் கலவை, காற்றைச் சேர்த்தல், வடிகட்டுதல், நீரை மென்மையாக்குதல் மூலம் தூய்மைப்படுத்தலாம். மலை அருவி, பெரிய ஏரி, நீர்த் தேக்கங்களிலிருந்து பெறப்படும் நீர் பெரும்பாலும் தூய்மையானது. ஆயினும் முன்னெச்சரிக்கை நடவடிக்கையாகக் குளோரின் சேர்க்க வேண்டும். கலங்கலாக உள்ள நிலத்தில் தேக்கி வைக்கப்பட்ட நீர் வடிகட்டுதல் மற்றும் குளோரின் சேர்த்தல் மூலம் தூய்மைப்படுத்தப்படுகிறது. சில வேளைகளில் கோடைக் காலங்களில் கலங்கிய மாசு நிறைந்த நீரே கிடைக்கிறது. இவற்றைப் படிய வைத்தல், கட்டி சேர வைத்தல், வடிகட்டுதல், காற்றைச் சேர்த்தல், குளோரின் சேர்த்தல் முதலிய முறைகளைப் பயன்படுத்தித் தூய்மைப்படுத்த வேண்டும்.

பொதுவாக அனைத்துத் தூய்மைப்படுத்தும் பணியிடங்களையும் கட்டும்போது மிகுதியான இடவசதியும் காற்றோட்டமும் உள்ள இடங்களைத் தேர்வு செய்வர். நீரைத் தேக்கிப் படியவைத்தல், கட்டிச் சேர வைத்தல், வடிகட்டுதல், குளோரின் சேர்த்தல் ஆகியவற்றிற்கான வசதிகள் இப்பணியிடங்களில் இருக்கும். குறிப்பிட்ட இன்றியமையாத் தேவையான இடங்களில் மட்டும் துணைப் பணியிடங்களாகக் காற்றுச் சேர்த்தல், கடினத்தன்மையினைக் குறைத்தல், முன் கூட்டியே குளோரின் சேர்த்தல், கார்பன் தூய்மையாக்கம் முதலியவற்றிற்கான வசதிகள் செய்யப்பட்டிருக்கும்.

நீர்த் தூய்மையாக்கப் பணியிடத்தில் முதலில் மாசு கலந்த நீர், கலக்கும் தொட்டியை நோக்கிச் செல்கிறது. அதனுடன் மாசுகளைக் கூட்டிச் சேர வைக்கும் வேதிக் கலவை வந்து சேர்ந்து பின் கலக்கும் தொட்டியை அடைகிறது. பின்னர் வடிகட்டும் செயல்கள் நடக்கும் பணியிடங்களையும் அடைகிறது. இதன்பின் குளோரின் தேவையான அளவு சேர்க்கப்பட்டுத் தூய்மைப்படுத்தப்பட்ட நீராக அனுப்பப்படுகிறது.

நீரைத் தேக்கி வைத்து வடியவைத்தல். இம்முறையில் நீரைப் பெருமளவில் தொட்டிகளில் தேக்கி வைத்துச் சலனமில்லாமல் வைக்க வேண்டும். நீண்ட நேரத்திற்குப் பின் அதில் மிதக்கும் நிலையில் உள்ள மாசுகள், பல்வேறு உயரங்களில் அலைபாய்ந்து மிதந்து கொண்டிருக்கும் நுண்ணுயிரிகள், நுண் துகள் பொருள்கள் அனைத்தும் அவற்றின் எடை காரணமாகத் தரையில் படிந்துவிடும். இந்த மாசுகள் நீரின் ஒப்படர்த்தியை விட அதிக ஒப்படர்த்தியுடன் இருந்தால் மட்டுமே தரையில் வந்து படியும். இவை, நீரின் அசைவாலும், நகர்ச்சியாலும், சுழற்சியாலும் ஏற்படும் கட்டுப்பாடற்ற விசையால் முதலில் தரையில் இறங்கிப் படியாமலிருக்கும். தேக்கி வைக்கும்போது இவ்விசை மிகுதியாகக் குறைந்து இறுதியில் இராமலே போய்விடும். இக்கட்டுப்பாடற்ற விசை இராதபோது மாசு, புவியீர்ப்பு விசையினால் ஈர்க்கப்பட்டுத் திசைவேகத்துடன் புவியை நோக்கி விரைகிறது. இத்திசைவேகத்தை, மாசுகளின் ஒப்படர்த்தி, சராசரி விட்டம், பாகுநிலை தன்மை முதலியவற்றை அறிந்து கணக்கிட முடியும்.

நீர்த்தேக்கங்கள் நீரின் அளவுக்குத் தகுந்த வகையில் கட்டப்பட வேண்டும். நீரின் மொத்த கொள்ளளவு, நீர்த்தொட்டிக்குள் வரும் வேகம் முதலியவற்றைப் பொறுத்து நீரைத் தேக்கி வைக்க வேண்டிய நேரம் மாறுபடும். நீர் மேற்கொண்டு பலவகையான தூய்மிப்புப் பணியிடங்களை நோக்கிச் சென்றால் குறைந்த நேரத்திற்குத் தேக்கி வைப்பது போதுமானது. மாசுகள் முழுமையாகத் தரையில் படிவதற்குச் சில மணி நேரங்கள் முதல் சில நாள்கள்

வரை ஆகும். சாதாரணமாக நீர்த்தொட்டிகள் 3-4 மணி நேரம் நீரை நிறுத்தி வைக்க வசதியான முறையில் திட்டமிடப்பட்டு அமைக்கப்படுகின்றன.

இணைய வைத்துப் படிய வைத்தல். மிக துல்லிய அளவில் உள்ள மாசுகள் தாமாகவே படிவதில்லை. ஆதலால் அவற்றை ஒன்றோடொன்று சேர்த்து இணைய வைக்க சில வேதிப் பொருள்களைப் பயன்படுத்துவது உண்டு. இவ்வாறு இணையும் செயலை இணைப்பிடுதல் அல்லது இணங்குதல் என்பர். பின்னர் இவை கட்டியான தயிர் போலவும், பஞ்சுப் பொதி போலவும் உருவாகிக் கனமடைந்து படிந்துவிடும். இச்செயலைக் கட்டிச் சேர்தல் எனலாம். அலுமினியம் சல்ஃபேட் அல்லது இரும்பு சல்ஃபேட், சுண்ணாம்பு ஆகியன இணைப்புப் பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. இப்பொருள்கள் கலக்கப்பட வேண்டிய அளவை, நீரிலுள்ள நிறம், கலங்களின் தன்மை, வெப்பநிலை, தேங்கி நிற்கும் நேரம், நீரிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அளவு முதலியவற்றைப் பொறுத்துக் கண்டறியலாம். இணைப்புப் பொருள்களை நீருடன் சேர்க்கும் தொட்டியைக் கலவைத் தொட்டி என்பர். தடுப்புச் சுவர்கள் நிறைந்த கலவைத் தொட்டி, எந்திரங்கள் உதவியால் கலக்கும் கலவைத் தொட்டி என இத்தொட்டி இருவகைப்படும். தடுப்புச் சுவர்கள் மிகுந்துள்ள கலவைத் தொட்டியில் ஒவ்வொரு தடுப்பின் மீதும் நீர் மோதிச் செல்வதால் நன்கு கலக்கப்படுகிறது. எந்திரக் கலவைத் தொட்டியில் பல துடுப்புகளும் விசிறிகளும் சக்கரங்கள் போல மிக வேகமாகச் சுழல்வதால் நீர் நன்கு கலக்கப்படுகிறது. பின்னர் நீர் இறுதியாகத் தேங்கித் தொட்டி ஒன்றில் படிய வைக்கப்படும். இத்தொட்டியில் சில வேளைகளில் வேதிப் பொருள்களைக் கலப்பது உண்டு. அதனால் விரைவில் மாசுகள் படியும். இத்தொட்டிகளிலும் இருவகை உண்டு. ஒரு வகையில் மாசுகள் தரையில் படிந்து கழிவுநீர்க் குழாய்களின் வழியே வெளியேறும். மற்றொரு வகையில் மாசுகளைச் சேகரித்து வாரித் தூய்மைப்படுத்தும் கருவி இணைக்கப்பட்டிருக்கும். தூய்மைப்படுத்தும் நீரின் அளவுக்குத் தக்கவாறு இத்தொட்டிகளின் கொள்ளளவு மாறுபடும். தேக்கி வைக்கும் விவரத்தைப் பொறுத்துக் கருவியின் ஆற்றலும் மாறுபடும்.

வடிகட்டுதல். வடிகட்டும் முறை என்பது பலவகையிலும் தூய்மைப்படுத்தப்பட்ட நீரை, ஒரு குறிப்பிட்ட கனத்திற்கு அமைக்கப்பட்ட மணல் அடுக்கின் வழியே செலுத்தி வடிகட்டுதல் ஆகும். இவ்வாறு மணல் அடுக்கின் வழியே நீர் சென்று வரும்போது அதில் கலந்திருக்கும் மிதக்கும் மாசுகள் கரையாத மாசுகள், நுண்ணுயிர் மாசுகள் ஆகியவை மணல் துகள்களால் ஈர்க்கப்பட்டு வடிகட்டப்படும். வடிகட்டும் பணிக்கென, மிக வேக மணல் வடிகட்டி, மித வேக மணல் வடிகட்டி என இருவகை வடிகட்டிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வடிகட்டியின் வழியே நீர் செலுத்தப்படும்போது மணலுக்கு இடையே உள்ள சிறு இடைவெளிகளின் வழியே நீர் கசிந்து செல்கிறது. இந்த இடைவெளிகளைவிடப் பருமனான மாசுக் கட்டிகள் மணலிலேயே தங்கிவிடுகின்றன. மேலும் நீர் கடந்து செல்வதால் மணல் துகள்கள் ஒவ்வொன்றும் ஒருவிதப் பிசுபிசுப்புத்தன்மை அடைந்துவிடுவதால் பல நுண்ணிய மாசுகள் அவற்றில் எளிதில் ஒட்டிக் கொண்டு விடுகின்றன. நுண்ணுயிரிகளும் இவ்வாறே மணல் துகள்களிடையே படிந்து சேர்ந்துவிடுகின்றன. அவற்றிலேயே உணவும் கிடைப்பதால் நுண்ணுயிரிகள் அவ்விடத்தைக் கடந்து செல்வதில்லை. மேலும் வேதி மாசுகள் மணலுக்கிடையே நீர் தங்கிச் செல்வதால் மணல் துகள்கள் மின்பகு பொருள்களுடன் எதிர்ப் பகு பொருள்களாகச் செயல்பட்டு அவற்றை ஈர்த்துக் கொள்கின்றன.

வடிகட்டிகளின் கீழ்ப்பகுதியில் 6 - 500 மி.மீ வரை விட்டமுள்ள கூழாங்கற்கள் அல்லது உருளைக்கற்கள் 30-40 செ.மீ. உயரத்திற்குப் போடப்பட்டிருக்கும். இவற்றின் மேல்புறம் 60-90செ.மீ உயரத்திற்கு மணல் படுகை இருக்கும். இதன் மேல் அடுக்கில் 0.3 மி.மீ. முதல் 0.5 மி.மீ அளவுள்ள நுண்மணல் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். மெதுவாக வடிகட்டும் மணல் வடிகட்டியில் இவ்வாறு அமைக்கப்பட்ட மணல் அடுக்கின் மீது 0.9 - 35மீ. உயரம் நீர் நிரப்பப்படும். இந்த நீர் மணல் வழியே கீழே இறங்கிக் கூழாங்கற்களைக் கடந்து அவற்றின் இடையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் துளையிட்ட குழாய்கள் வழியே வெளியேறும். இதில் ஒரு மணி நேரத்தில் 100-200 லி. நீரைத் தூய்மை செய்ய முடியும். 2 அல்லது 3 மாதத்திற்கு ஒரு முறை மணலை மாற்றுவதன் மூலம் தூய்மை செய்யலாம். நுண்ணுயிரிகள் முற்றிலும் நீங்க மெதுவாக வடிகட்டும் மணல் வடிகட்டியே ஏற்றது. இதற்கான செலவும் மிகக் குறைவாகவே அமையும்.

மிகுவேக வடிகட்டியில் நீர் எப்போதும் ஒரே அளவில் சென்று கொண்டிருக்க ஒரு வழிக் கவாடம் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். மேலும் இதைத் தூய்மைப்படுத்த, காற்றழுத்தம் ஊட்டப்பட்ட நீர் தேவைப்படும். ஆதலால் காற்றழுத்தக் கருவியும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இது மிக வேகமாக நீரைத் தூய்மைப்படுத்தி அனுப்பக்கூடியது. ஒரு மணி நேரத்தில்

2000 - 6000 லி. நீரைத் தூய்மைப்படுத்தும். ஆனால் இதில் சிறிது வேதிப் பொருள்களைச் சேர்க்க வேண்டியிருக்கும். இதனை இயக்குவதற்குப் பயிற்சி மிக்க பணியாளர் தேவைப்படுவர். இதைத் தூய்மைப்படுத்த, நீரைக் காற்றழுத்ததுடன் எதிர்த் திசையில் செலுத்த வேண்டும். குறைந்த நேரத்தில் தூய்மைப்படுத்தலாம். எனினும் குறைந்தது இரண்டு நாள்களுக்கு ஒரு முறையாவது தூய்மைப்படுத்த வேண்டும். இது நுண்ணுயிரிகளை முழுமையாக நீக்குவதில்லை. செலவு மிகுதி என்பதும் கருதத்தக்கது.

- ஏஎஸ்.எஸ். சேகர்

குடிநீரில் இருக்கும் நோயுண்டாக்கும் நுண்ணுயிரிகளை அழிப்பதே நீர் தூய்மையாக்கல் எனப்படும். பொருளாதார நிலை குறைந்த நாடுகளையல்லாமல் பிற நாடுகளும் நீரைத் தூய்மையாக்கிய பின்னரே பயன்படுத்துகின்றன. தூய்மையான நீரைப் பயன்படுத்துவதால் நீரால் பரவும் நோய்கள் தடுக்கப்படுகின்றன.

நீரில் உள்ள நுண்ணுயிரிகளை அழிக்கக் குளோரின், சலவைத்தூள், ஓசோன், புற ஊதாக்கதிர்கள் ஆகியவை பயனாகின்றன.

குளோரின். சோடியம் ஹைட்ராக்சைடைப் பெருமளவில் தயாரிக்கும் தொழிற்சாலைகளில் குளோரின் ஓர் உடன் விளைபொருளாகக் கிடைக்கிறது. இதனை மிகை அழுத்தத்தில் நீர்மமாக மாற்றி எஃகு உருளைகளில் சேமித்து வைக்கின்றனர். குளோரின் ஒரு சிறந்த நுண்ணுயிர்க்கொல்லி ஆகும். இதை நீரில் சேர்க்கும்போது நீருடன் வினைபுரிந்து ஹைப்போகுளோரஸ் அமிலத்தை உண்டாக்கும். இவ்வமிலம் ஒரு நிலையில்லாச் சேர்மமாகையால் சிதைவுற்றுப் பிறவிநிலை (nascent) ஆக்சிஜனைத் தருகிறது.

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HOCl$$
$$HOCl \longrightarrow HCl + [O]$$

ஹைப்போகுளோரஸ் அமிலமும், பிறவி நிலை ஆக்சிஜனும் நீரில் உள்ள கரிமப் பொருள்களை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யக்கூடியவை. இதனால் நுண்ணுயிர்ப் பொருள்கள் அழிகின்றன.

நுண்ணுயிர்ப் பொருள்களை அழிக்கும் வினையில் தகுந்த அளவு குளோரினைப் பயன்படுத்த வேண்டும். நீரில் சேர்க்கப்பட்ட குளோரினில் மிகச் சிறிய பகுதி ஆக்சிஜனேற்ற வினையில் பங்கு கொள்ளாமல் எஞ்சியுள்ள குளோரினாக நீரில் தங்கும். தகுந்த பருமனறி பகுப்பாய்வு மூலமாக இக்குளோரின் அளவைக் கண்டறியலாம்.

குறிப்பிட்ட அளவு நீருடன் சேர்க்கப்படும் குளோரின் அளவை X அச்சிலும், நீரில் எஞ்சிய குளோரின் அளவை Y அச்சிலும் எடுத்துக்கொண்டு ஒரு வரைதாளில் இரண்டுக்குமுள்ள தொடர்பை விளக்கலாம். தொடக்கநிலையில், குளோரினை நீரில் சேர்க்கும்போது அதில் ஒரு பகுதி எஞ்சிய குளோரினாக உள்ளது. தொடர்ந்து குளோரின் சேர்க்கப்படுகையில் எஞ்சிய குளோரினும் கூடிவிடுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையை அடைந்தவுடன் எஞ்சிய குளோரினின் அளவு திடீரெனக் குறைகிறது. இவ்வாறு குறையத் தொடங்கும் புள்ளிக்கு முறிபுள்ளி (break point) எனப் பெயர். இதற்குப் பின்னர் குளோரினைச் சேர்க்கையில் அதுவரையிலும் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையாத கரிமப் பொருள்களும் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையத் தொடங்குகின்றன. இதனால் எஞ்சிய குளோரினின் செறிவு குறைகிறது. இந்நிலையில் கரிமப் பொருள்கள் அனைத்தும் நீரில் உள்ள குளோரினால் அழிக்கப்படுகின்றன.

கரிமப் பொருள்கள் முற்றிலும் அழிந்த பின்னர், குளோரினைச் சேர்க்கும்போது சேர்க்கப்பட்ட குளோரின் முழுமையும் எஞ்சிய குளோரினாக நீரில் உள்ளமையால் வரைகோடு மேல்நோக்கி உயர்கிறது. வரைபடத்தில் முறிபுள்ளி நிலை எய்தும்வரை குளோரின் சேர்த்தலுக்கு முறிபுள்ளிக் குளோரினேற்றம் (break point chlorination) என்பர். நீரில் உள்ள கரிமப் பொருள்கள் முற்றிலும் நீக்கப்பட வேண்டுமாயின் முறிநிலைக் குளோரினேற்றத்திற்கும் கூடுதலாகக் குளோரினைச் சேர்க்க வேண்டும்.

பல நகராட்சிகளிலும் தொழிற்சாலைகளிலும் நீரில் உள்ள நுண்ணுயிர்ப் பொருள்களை நீக்குவதற்குக் குளோரினைப் பின்வரும் காரணங்களால் பயன்படுத்துகின்றனர். குளோரின் தொழில் துறையில் ஓர் உடன் விளைபொருளாகக் கிடைப்பதால் அதன் விலை மிகக் குறைவாயுள்ளது; குளோரின் சிறிய எஃகு உருளைகளில் நீர்ம நிலையில் விற்கப்படுகிறது. எனவே இதனைச் சேமித்து வைக்க மிகுதியான இடம் தேவையில்லை; சேமித்து வைத்தலின்போது குளோரின் கெட்டழிவதில்லை; குளோரினை நீருடன் கலக்க எளிய கருவிகளே போதும். நீருடன் குளோரின் சேர்ப்பதால் வேறு எவ்வகையான கனிமப் பொருள்களும் சேர்க்கப்படுவதில்லை. எனவே நீர் எவ்வித வன்மையும் (hardness) பெறுவதில்லை.

நீரில் எஞ்சியுள்ள குளோரின், நீருக்கு ஒருவித நெடியைக் கொடுக்கிறது. இந்நெடியை நீக்கப் பல பொருள்களைப் பயன்படுத்துகின்றனர். அப்பொருள்களுக்குக் குளோரின் நீக்கி (antichlor) என்று பெயர்.

சில நகராட்சிகளிலும் தொழிற்சாலைகளிலும் சல்பர் டைஆக்சைடைக் குளோரின் நீக்கியாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். இது எஞ்சிய குளோரினுடன் கீழ்க்காணுமாறு வினைபுரிகிறது.

$$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$$
$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HOCl$$
$$HOCl + H_2SO_3 \longrightarrow HCl + H_2SO_4$$
$$SO_2 + Cl_2 + 2H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 2HCl$$

இவ்வினைகளின் முடிவில் சல்ஃபேட் அயனிகள் நீரில் உண்டாவதால் நீர் கார்போனேட் வன்மையாக (carbonate hardness) இருப்பின் கார்போனேட் அற்ற வன்மையாக மாறுகிறது.

அம்மோனியா வளிமம் மிகச் சிறந்த குளோரின் நீக்கியாகப் பயன்படுகிறது. அம்மோனியா குளோரினுடன் பின்வருமாறு வினைபுரிந்து பலவகையான குளோரமின்களைத் தருகிறது.

$$Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HOCl$$
$$NH_3 + Cl_2 \rightleftharpoons NH_2Cl + H^+ + Cl^-$$
(மோனோ குளோரோ அமீன்)
$$NH_3 + HOCl \rightleftharpoons NH_2Cl + H_2O$$
$$NH_2Cl + Cl_2 \rightleftharpoons NHCl_2 + H^+ + Cl^-$$
(டைகுளோரோ அமீன்)
$$NH_2Cl + HOCl \rightleftharpoons NHCl_2 + H_2O$$
$$NHCl_2 + HOCl \rightleftharpoons NCl_3 + H_2O$$
(டிரைகுளோரோ அமீன்)

அம்மோனியா வளிமம் எஞ்சிய குளோரினையும், ஹைப்போகுளோரஸ் அமிலத்தையும் நீக்கி, குளோரமின் மூலக்கூறுகளை நீரில் இருக்கும்படிச் செய்கிறது. குளோரமின்கள் எவ்வித நெடியும் இரா பொருள்கள்; எனவே அதிக அளவில் சேர்க்கப்பட்ட குளோரினின் நெடி முழுவதும் நீக்கப்படுகிறது.

குளோரமின்கள் உண்டாகும் வினைகள் அனைத்தும் மீள்வினைகளாக உள்ளமையால், குளோரமின்கள் குளோரினையும் ஹைப்போகுளோரஸ் அமிலத்தையும் சேமித்து வைக்கும் பொருள்களாக உள்ளன. பண்படுத்தப்பட்ட நீரில் மேற்கொண்டு நுண்ணுயிர்ப் பொருள்கள் சேருமாயின் குளோரமின்களிலிருந்து கிடைக்கும் குளோரின் அவற்றை அழிக்கும்.

குளோரமினைத் திண்மப் பொருளாகச் சிறு மாத்திரை வடிவில் விற்பதும் உண்டு. பல்வேறு இடங்களில் கிடைக்கும் குடிநீரைத் தூய்மையாக்க, சுற்றுலாப் பயணிகளாலும், போர்க் காலங்களில் ராணுவத்தினர்களாலும் குளோரமின் மாத்திரைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சலவைத்தூள். உலர்ந்த கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு தூள்களின் மேல் குளோரினை முரணோட்ட முறையில் (counter current method) செலுத்திச் சலவைத்தூள் என்னும் சேர்மத்தைத் தயாரிக்கின்றனர்.

$$Ca(OH)_2 + Cl_2 \longrightarrow CaOCl_2 + H_2O$$

இச்சேர்மம் குளோரின் நெடியுள்ள வெண்மையான தூளாகும். சிறிதளவே நீரில் கரையும் இது எளிதில் குளோரினைக் கொடுக்கும். நீரில் உள்ள நுண்ணுயிர்ப் பொருள்களை அழிக்க 1000 லி. நீருக்கு ஏறத்தாழ 2 கி.கி. அளவில் சேர்க்கின்றனர். சலவைத் தூளைக் கலந்தவுடன் பெரிய தொட்டிகளில் நீரைச் சில மணிநேரம் தேக்கி வைக்கின்றனர்.

சலவைத்தூள் நீருடன் வினைபுரிந்து பிறவி நிலை ஆக்சிஜனைக் கொடுக்கிறது. பிறவிநிலை ஆக்சிஜன், மீதிறனைக் கொண்ட ஆக்சிஜன் ஏற்றும் வினைப்பொருளாகையால் நீரில் உள்ள நுண்ணுயிர்ப் பொருள்கள் அழிக்கப்படுகின்றன.

$$CaOCl_2 + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + Cl_2$$
$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HOCl$$
$$HOCl \rightleftharpoons HCl + [O]$$

பிறவிநிலை் ஆக்சிஜன்

இவ்வினையில் உண்டாகும் ஹைப்போகுளோரஸ் அமிலம் (HOCl) நுண்ணுயிர்ப் பொருள்களுடன் கூடி நிகழும் உயிர் வேதி வினைகளால் நுண்ணுயிர்ப் பொருள்கள் அழியுமெனக் கருதப்படுகிறது. சலவைத்தூள் விலை மலிவாக உள்ளமையாலும் இம்முறை எளிதாக அமைவதாலும் பல நகராட்சிகளில் குடிநீரில் உள்ள நுண்ணுயிர்ப் பொருள்களை அழிக்கச் சலவைத்தூளையே பயன்படுத்துகின்றனர்.

இடர்கள். சலவைத்தூள் நீருடன் வினைபுரிகையில் நீரில் கால்சியம் குளோரைடு மாசுப் பொருளாகச் சேர்க்கப்படுகிறது. இதனால் நீரில் நிலை வன்மை (permanent hardness) உண்டாகித் துணிகளைச் சலவை செய்தல் போன்ற பயன்பாட்டிற்குப் பயனற்றதாகிறது. சலவைத்தூள் நீர் உறிஞ்சும் பொருளாதலால் இதனைச் சேமித்து வைப்பதில் கடினம் உள்ளது. நுண்ணுயிர்ப் பொருள்கள் முற்றிலுமாக அழிக்கப்படுவதற்குச் சலவைத்தூளைச் சற்றுக் கூடுதலாகப் பயன்படுத்த வேண்டும். இதனால் நீர் மிக்க நெடியுள்ளதாகிறது.

சலவைத்தூள் ஒரு நிலையற்ற சேர்மம். நாளடைவில் இதிலிருந்து கிடைக்கக்கூடிய குளோரின் அளவு குறைந்து

கொண்டே செல்கிறது. நுண்ணுயிர்ப் பொருள்களை அழிக்கும் திறன், சலவைத்தூளில் இருந்து கிடைக்கக்கூடிய குளோரினின் அளவைப் பொறுத்தது. எனவே சலவைத்தூளை நீண்ட நாள் சேமித்துப் பயன்படுத்த முடியாது. பருமனளவு பகுப்பாய்வு செய்து கிடைக்கக்கூடிய குளோரினைக் கணக்கிட்ட பின்பே நீரைத் தூய்மைப்படுத்தச் சலவைத்தூளைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

தற்காலத்தில் சலவைத்தூளுக்குப் பதிலாகப் பெர்குளோரானைப் (கால்சியம் ஹைப்போ குளோரைட்) பயன்படுத்துகின்றனர்.

சுண்ணாம்புக்குழம்புடன் (lime slurry) குளோரினை வினையுறச் செய்து பெர்குளோரானைப் பெறலாம்.

$$2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 \longrightarrow CaCl_2 + Ca(OCl)_2 + 2H_2O$$

விளைபொருளுடன் சாதாரண உப்பைப் சேர்த்துக் கலக்குவதன் மூலம் பெர்குளோரானை வீழ்படிவாகப் பெறலாம்.

இச்சேர்மம் நீர் உறிஞ்சும் தன்மையைப் பெற்றிருப்பதில்லை. இதனால் எளிதாகச் சேமித்து வைக்க முடியும். இது எளிதில் சிதைவதில்லை. இதன் கரைதிறன் சலவைத்தூளைவிட மிகுதி. இதனால் நீரில் மிகுதியும் கரையும். இச்சேர்மம் நீருடன் சேரும்போது ஹைப்போகுளோரஸ் அமிலம் உண்டாகிறது. இவ்வமிலம் நுண்ணுயிர்ப் பொருள்களை அழிக்கிறது. ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் இரண்டு ஹைப்போகுளோரஸ் அமில மூலக்கூறுகளைத் தருவதால் நுண்ணுயிர்களை அழிப்பதில் இச்சேர்மத்தின் செயல்திறன் சலவைத்தூளைப் போல் இரண்டு மடங்காகும்.

ஓசோன். உலர்ந்த காற்றைத் தகுந்த கருவியில் ஒலியற்ற மின்பாய்ச்சலுக்கு உட்படுத்தினால் ஓசோன் கலந்த காற்று கிடைக்கிறது. ஓசோன் கலந்த காற்றை நுண் குமிழ்களாக நீரினுள் செலுத்தினால் நீரில் ஓசோன் கரைகிறது. சாதாரண வெப்பநிலையில் ஓசோன் நிலையற்ற சேர்மம். எனவே இது சிதைவுற்றுப் பிறவிநிலை ஆக்சிஜனை உண்டாக்குகிறது.

$$O_3 \longrightarrow O_2 + [O]$$

பிறவிநிலை ஆக்சிஜனால் நுண்ணுயிர்கள் அழிக்கப்படுகின்றன. ஓசோன் பெருமளவில் சேர்க்கப்பட்டாலும் நெடியைத் தருவதில்லை. மாறாக நீர் இனிய சுவை பெறுகிறது. மிகை அளவில் செலுத்தப்படும் ஓசோனை அழிக்க வேண்டுமென்ற தேவையில்லை. ஆனால் ஓசோன் தயாரிப்பதற்கு மிகுதியான மின்னாற்றல் தேவைப்படும்.

புற ஊதாக் கதிர்கள். இவை மிக்க ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளமையால் நுண்ணுயிர்கள் அழிக்கப்படுகின்றன. நீச்சல் குளம், குடிநீர் ஏரி இவற்றில் உள்ள நீர்ப்பரப்பின் மீது கதிரவன் ஒளியில் உள்ள புற ஊதாக் கதிர்கள் படும்போது நுண்ணுயிர்கள் அழிந்து நீர் தூய்மையடைகிறது. இது இயற்கையில் எவ்விதச் செலவுமின்றி நடைபெறும் வினையாகும்.

இம்முறையில் தகுந்த கருவி மூலம் மெல்லிய ஏடாக நீரை ஒரு கண்ணாடிப் பெட்டியின் மேல் செலுத்துகின்றனர். கண்ணாடிப் பெட்டியினுள் பாதரச ஆவி விளக்கு எரியும்; இவ்விளக்கிலிருந்து வெளிவரும் புற ஊதாக் கதிர்கள் கண்ணாடிப் பெட்டியின் மேல் பரப்பில் பாய்வதால் நீரில் உள்ள நுண்ணுயிர்கள் அழிகின்றன.

புற ஊதாக் கதிர்களைப் பயன்படுத்தும்போது எவ்வித விளைபொருளும் நீரில் உருவாவதில்லை. எனவே நீரின் இயற்கைப் பண்புகள் மாறுவதில்லை. பெருமளவில் கதிர்கள் செலுத்தினாலும் எவ்விதத் தீமையும் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் இம்முறையில் பயன்படும் கருவிகளுக்கும் மின்சாரத்திற்கும் செலவு கூடுதலாகும்.

நீரில் உள்ள நுண்ணுயிர்களை அழிக்க நீரைக் கொதிக்க வைத்தலும் மிகச் சிறந்த முறையாகும். வீட்டுப் பயன்பாட்டிற்கும் குறைந்த அளவு நீர் தேவைப்படும் சமயங்களிலும் கொதிக்க வைத்தல் முறையைப் பயன்படுத்துகின்றனர். நீரைக் கொதிக்க வைப்பதால் நுண்ணுயிர்கள் அழிவது மட்டுமன்றிக் கூழ்ம நிலையில் உள்ள மாசுகளும் வண்டல்களாக அடியில் படிகின்றன. பின்னர் இந்நீரை வடிகட்டி வண்டல்களை நீக்கலாம்.

நீரில், தொங்கல் நிலையிலும் (suspension) கூழ்ம நிலையிலும் மாசுகள் உள்ளன. இவற்றையும் நீக்க வேண்டும். மேலும் நீரில் கனிமப் பொருள்களும் வளிமங்களும் கரைந்திருக்கும். கூழ்ம நிலைச் சிலிக்காவும் எண்ணெய்ப் பொருள்களும் சில வகை நீரில் காணப்படுகின்றன.

தொங்கல் நிலையிலும் கூழ்மநிலையிலும் உள்ள மாசுகள். காற்றில் உள்ள மாசுகள், தொழிலகப் புகைபோக்கிகளிலிருந்து வெளியேறும் கரித் துகள்கள், நீரில் கரையாத பிற திண்மப் பொருள்கள் ஆகியன மழைநீரிலும் ஆற்று நீரிலும் தொங்கல் நிலையில் மாசுகளாக உள்ளன. தொங்கல் நிலையில் உள்ள துகள்களின் குறுக்களவு 10^{-4} செ.மீட்டரைவிட மிகுதி. இவை நீர்த் துகள்களுடன் வாண்டர்வால் கவர்ச்சியால் கட்டுண்டு பெரிய துகள்களாக மாறுகின்றன.

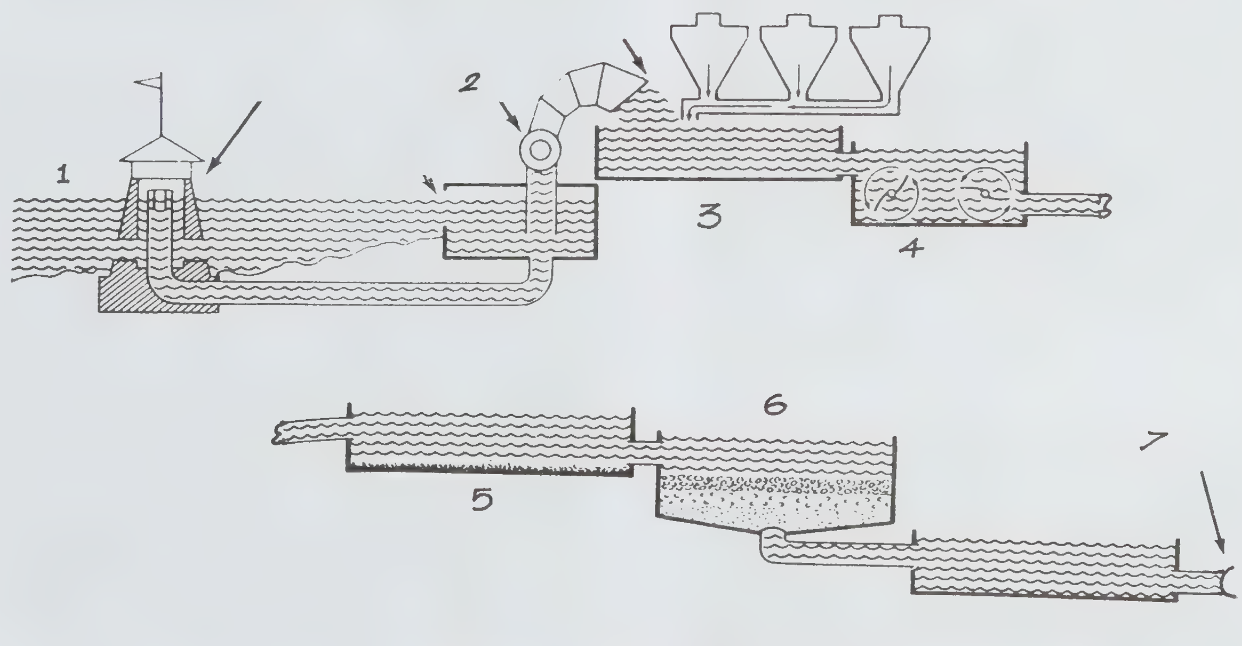
துகள்களின் பருமன் மிகும்போது நீரின் அடித்தளத்தில் வண்டல்களாகத் தங்குகின்றன. எனவே ஓடும் நீரின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தினாலோ, நீரை நிலையாக ஓரிடத்தில் தேக்கி வைத்தாலோ தொங்கல் நிலையில் உள்ள மாசுகளை எளிதில் வண்டல்களாக மாற்றலாம்.

சூழ்ம நிலையில் உள்ள துகள்கள் 10^{-4}-10^{-7} செ.மீ. வரை குறுக்களவு பெற்றவை. இவை ஒரேவித மின்னேற்றம் கொண்டுள்ளமையால் ஒன்றோடொன்று இணையாமல் நிலையாக உள்ளன. இவற்றிலிருந்து மின்னேற்றத்தை நீக்கினால், அதாவது அவற்றின் மின்னேற்றத்தை நடுநிலைப்படுத்தினால், சூழ்மத் துகள்கள் ஒன்று சேர்ந்து தொங்கல் நிலைத் துகள்களாக மாறுகின்றன. இந்நிகழ்ச்சியைத் திரிதல் (coagulation) என்பர். திரிதலை உண்டாக்கும் பொருள்களுக்குத் திரிக்கும் பொருள்கள் (coagulants) என்று பெயர். அலூம் உப்பு ($Al_2(SO_4)_3K_2SO_4 . 24H_2O$) இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும்.

ஆற்றுநீருடன் சிறிதளவு அலூம் உப்புக் கரைசலைக் கலந்து வண்டல் படிய வைக்கும் பெரிய தொட்டியின் வழியே செலுத்துகின்றனர்.

பெருமளவில் நீரை வடிகட்ட ஈர்ப்பு விசை முறை (gravitation process), அழுத்த முறை (pressure process) என்னும் இரண்டு முறைகள் உள்ளன.

ஈர்ப்பு விசை முறை. இம்முறையில் நீர் புவியின் ஈர்ப்பு விசையால் வடிகட்டப்படுகிறது 10மீ. குறுக்களவும், 5மீ உயரமும் கொண்ட சிமெண்ட் தொட்டியின் அடியில் ஏறத்தாழ 0.5 மீ உயரத்திற்கு ஏறக்குறைய 5 செ.மீ. அளவுள்ள கருங்கல் ஜல்லியும் அதன்மீது 0.5 உயரத்திற்கு 2செ.மீ அளவுள்ள கருங்கல் தூள்களும் இவற்றிற்கு மேல் 1மீ. உயரத்திற்குப் பெருமணலும் அடுக்குகளாக அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. வண்டல் படிய வைக்கும் தொட்டியில் இருந்து வெளியேறும் நீர் இத்தொட்டியில் உள்ள பெருமணல்மீது திவலைகளாகத் தெளிக்கப்படுகிறது. வடிகட்டும் படுகை (filter bed) வழியாக நீர் செல்லும்போது அதில் தொங்கல் நிலையில் உள்ள மாசுகள் யாவும் தங்கிவிடுகின்றன. மணலின் மேல் பரப்பில் குழைந்த சேறு நிலையில்



1. ஏரி 2. எக்கி 3. வெளியேற்றும் வழி 4. கலக்குமிடம் 5. நிலையான பகுதி 6. வடிகட்டுமிடம் 7. எக்கி நிலையம்

நீர் வடிகட்டும் நிலையம்

(slime) மாசுகளைக் காணலாம். இதனுடன் நீரில் உள்ள நுண்ணுயிர்களும் தங்கிவிடுகின்றன.

சில நாள்களுக்குப் பிறகு வடிகட்டும் படுகையின் செயல்திறன் குறையும். அப்போது அடிப்புறமிருந்து மேல்புறம் நோக்கி நீரைப் பாய்ச்சிப் படிந்துள்ள மாசுகளை நீக்கலாம். இதற்குப் பின்னோக்கிக் கழுவுதல் (back washing) என்று பெயர்.

அழுத்த முறை. இம்முறையில் வடிகட்டும் படுகை உள்ள இரும்புத் தொட்டியில் நீர் உட்செலுத்தப்படுகிறது காற்றின் அழுத்தத்தால் நீர் கீழ்நோக்கி அழுத்தப்படுகிறது. வடிகட்டப்பட்ட தெளிவான நீர் குழாய் வழியே வெளிவருகிறது.

இம்முறையில் 2 மீ. குறுக்களவும் 4 மீ. உயரமும் கொண்ட உருளை வடிவ இரும்புத் தொட்டியில் நீர் மேலிருந்து செலுத்தப்படுகிறது. தொட்டியின் அடிப்பகுதியில் ஈர்ப்பு விசை முறை அமைக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் கூடுதல் பரிமாணமுள்ள கற்கள் கீழ்த்தளத்திலும் மேல்தளத்தில் மணலும் கொண்ட வடிகட்டும் படுகை தொட்டியில் உண்டு. தொட்டியின் மேல்புறம் காற்றுப் புகாதபடி மூடப்பட்டிருக்கும். உள் செலுத்தப்பட்ட நீர், அதனால் இடம்பெயர்க்கப்பட்ட காற்றின் அழுத்தத்தினால் கீழ்நோக்கி அழுத்தப்படுகிறது. வடிகட்டிய நீர் வெளியேற்றும் குழாய் வழியே வெளிவரும். இம்முறையிலும் சில நாள்களில் வடிகட்டும் படுகையின் மேல் குழைந்த சேறு வடிவதால் படுகையின் செயல்திறன் குறையும். இந்நிலையில் பின்னோக்கிக் கழுவுதல் முறையில் படுகையின் மேல் படிந்துள்ள சேற்றை நீக்கிச் செயல்திறனை மீண்டும் உயர்த்தலாம். தொழில் துறைகளில் நீரை உயர் வேகத்தில் வடிகட்ட வேண்டியுள்ளமையால் அழுத்த முறையைப் பின்பற்றுகின்றனர்.

- கே.ஆர். கங்காதரன்

வேளாண் நீர்த்தூய்மையாக்கல்

பாசன நீர். மக்கள் அருந்தும் நீருக்குத் தனிப்பட்ட தன்மைகள் தேவை. பாசன நீரும் சில குறிப்பிட்ட பண்புகள் கொண்டிருக்க வேண்டும். நீரில் கரைந்துள்ள உப்புச் செறிவு, சோடியம் கொள்ளும் விகிதம் (sodium absorption ration), பைகார்போனேட் (bicarbonate), போரான் இருப்பு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் பாசன நீர் வகைப்படுத்தப்படுகிறது. நீரிலுள்ள உப்புகளின் செறிவினால் உப்புத்தன்மை (salinity) மிகுதியாகிறது. உப்புத்தன்மை குறைந்த நீரில் கால்சியம், மக்னீசியம், பைகார்போனேட் அயனிகள் ஆகியன மிகுந்திருக்கும்; இதன் மின் கடத்தும் தன்மை 10 மில்லி மோல் அளவுக்கும் கூடுதலாக இருக்கும். மித உப்பு நீரில் அயனிகள் வேறுபட்டிருக்கும். இதன் மின்கடத்தும் தன்மை செமீட்டருக்கு 3-9 மில்லி மோல் அளவாகும். சோடியம், பைகார்போனேட், கரிம அயனி ஆகியவற்றின் செறிவு மிகும்போது நீரின் (pH) கூடுதலாக இருக்கும்.

சோடியம் கொள்ளும் விகிதம். நீரில் சோடியம் கொள்ளும் விகிதம் மிகுதியாக இருப்பின், மண் கரைசலின் சோடியம் கொள்ளும் அளவும் கூடுதலாகும். இதனால் மண்ணின் சோடியம் பரிமாறும் அளவும் கூடும். பொதுவாக மண்ணின் சோடியம் பரிமாறும் அளவும் சோடியம் கொள்ளும் அளவும் மிதமான சோடியம் பரிமாறும் அளவு வரை, நேர் விகிதத்தில் தொடர்புடையவை; ஆனால் உயர்ந்த அளவு சோடியம் பரிமாறும் நிலையில் இவற்றின் தொடர்பு நேர் விகிதமாகிறது. நீரின் உப்புத்தன்மையும், சோடியம் கொள்ளும் விகிதமும் பயிர் வளரும் பருவத்தில் தோன்றும் உப்பு மற்றும் உவர்தன்மையுடன் இணைத்து அறியப்பட வேண்டும்.

பைகார்போனேட். பாசன நீரில் பைகார்போனேட் செறிவுற்று இருந்தால், கரையும் மண்ணிலுள்ள கால்சியம் மற்றும் மக்னீசியத்தைக் கரையாத கரிமங்களாக வீழ்படிவாக்கிவிடும்

போரான் என்பது பல பயிர்களின் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய இன்றியமையாத நுண்ணூட்டமாயினும் இது மில்லியனுக்கு இரண்டு பங்குக்கும் மிகுதியாகப் பாசன நீரில் இருந்தால் நச்சாகிவிடும். இது மண்ணின் இயற்பிய, வேதித் தன்மைகளைப் பாதிப்பதில்லையாயினும் இதன் மிகுந்த செறிவு செடியின் வளர்சிதை மாற்றச் செயல்பாடுகளைப் (metabolic activites) பாதிக்கிறது. பொட்டாசியமும் நைட்ரேட்டும் பாசன நீரில் பெரும்பாலும் கலந்துள்ளன. இவ்விரண்டும் பயிர் வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற ஊட்டச்சத்துகளாக உள்ளமையால், உப்பு நீரால் உண்டாகும் தீங்கினை மட்டுப்படுத்திப் பயிர் வளர்ச்சிக்கு உதவுகின்றன; ஆனால் இவை மண்ணின் உப்புநிலையைக் குறைப்பதில்லை. ஆனால் நைட்ரஜன் குறைவாக இருப்பது பரவலாகக் காணப்படுகிறது. ஆகவே நீரிலுள்ள நைட்ரேட் பெரும் பயனளிக்கிறது. உப்பு நிலையால் உருவான நைட்ரஜன் குறைபாட்டைச் சீராக்க நைட்ரேட் இடுதல் வேண்டும்.

பைகார்போனேட் மற்றும் கரிமப் பொருள்களை வீழ்படிவாக்கிடும் சில வேதிப் பொருள்களை நீரில் கலக்கிப் பாசன நீரின் அயனி நிலையை மாற்றினால் தூய்மையற்ற பாசன நீரின் தீங்கை ஓரளவு மாற்றிடலாம். இதன் விளைவாகக் கால்சியம், மக்னீசியம், சோடியம்

இவற்றின் விகிதம் மாறும். பரந்த அளவு பாசனம் செய்யப்படும் நீரில் உள்ள உப்புச் செறிவு முழுவதையும் குறைந்திடச் சிறந்த முறை இதுவரை காணப்படவில்லை. ஆனால் மிக நல்ல பண்புகள் கொண்ட பாசன நீரைத் தூய்மை குன்றிய நீருடன் கலந்து நீரைச் செம்மையாக்கலாம்.

செம்மையாக்கப்பட்ட கழிவு நீரினைப் பாசனத்திற்குப் பயன்படுத்திப் பயிர்விளைச்சலைப் பெருக்கலாம். பல பெருநகரங்களில் செம்மையாக்கப்பட்ட கழிவு நீரினால் பாசனம் நடைபெறுகிறது. இந்திய நகர்ப்புறங்களில் பெருகும் கழிவு நீரைச் செம்மைப்படுத்தி நிலத்திற்குப் பாசனம் செய்திடும் வாய்ப்புள்ளது. செம்மையாக்கப்பட்ட கழிவு நீர்ப்பாசனத்தினால் தீவனப்புல், காய்கறி, பழங்கள், கரும்பு, நெல், பருத்தி, சோளம் போன்றவற்றை விளைவிக்கலாம். இக்கழிவு நீரைத் தொழிற்சாலைகளிலும் மீன், இறால் வளர்ப்பிலும் பயன்படுத்தலாம்.

- கே.ஆர். திருவேங்கடசாமி

நீர்த்தேக்கம்

நதிகளிலும், நீரோடைகளிலும் செல்லும் நீரின் அளவு, மழைக்காலங்களில் மிக அதிகமாகவும், கோடைக்காலங்களில் குறைவாகவும் காணப்படும். மழைக்காலங்களில் தேவைக்கு மேல் பெருகும் நீரை நதியின் குறுக்காக அணைக்கட்டி உருவாக்கப்படும் சேமிப்பை நீர்த்தேக்கம் (reservoir) என்பர். குறைந்த பரப்பளவில், மிகுந்த ஆழமும் கன அளவும், நீர் தேங்கக்கூடிய கொள்ளளவும் உள்ள இடத்தைத் தேர்வு செய்ய வேண்டும். மழை மிகுதியும் விழக்கூடிய இடமாகவும், கூடுதலாக நீரைச் சேமித்துத் தரும் நிலப்பகுதி உள்ள இடமாகவும் அது அமைய வேண்டும். நீர்த் தேக்கத்திலிருந்து பயன்பாட்டிற்குச் செல்லும் நீர் தானாகவே சரிவாகச் செல்லுமாறு இடத்தைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். நீர்த்தேக்கம் நீர் பயன்பட வேண்டிய இடத்திற்கு அருகில் அமைவது நல்லது. நீர்த்தேக்கம் அமைக்கக் கூடிய இடத்தில் நிலப்பாங்கு அருகில் நீர் கசிந்து செல்ல முடியாதவாறு இருத்தல் வேண்டும். நீர்த்தேக்கம் அமைக்கக்கூடிய இடத்தில் நிலத்தின் மதிப்பு குறைவாக இருக்க வேண்டும். முன்னரே உள்ள சாலைகள், வசிப்பிடங்கள், விளைநிலங்கள் ஆகியவை மூழ்கிவிடாதபடி அமைக்க வேண்டும். நீர்த்தேக்கத்தில் தேங்கி நிற்கக்கூடிய நீரில் மாசுகள் சேராதவாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். அணையைக் கட்ட, கட்டடப் பொருள்கள் அருகிலேயே கிடைக்கக்கூடிய வகையில் தகுந்த இடமாகத் தேர்வு செய்ய வேண்டும்.

கோடைக்காலத்தில் நகரத்தின் நீர்த்தேவையை நிறைவு செய்யவும், மின்உற்பத்திக்குத் தேவையான குறைந்த அளவு நீர் உயரத்தைப் பராமரிக்கவும், வெள்ளத்தின் பேரழிவைக் குறைக்கவும், படகுப் போக்குவரத்திற்கு ஏற்ப நதிகளில் நீர் ஆழத்தைக் குறையாமல் கண்காணிக்கவும் மீன் வளர்ப்பைப் பெருக்கவும், நீச்சல் குளம் அமைத்தல் போன்ற பொழுதுபோக்கு வசதிகள் செய்யவும் நீர்த்தேக்கம் பெரிதும் உதவும்.

பொறியியல் அளவியல் முறை, நீர் வள அளவியல் முறை, புள்ளியல் அளவியல் முறை ஆகிய மூவகை முறைகள் பொதுவாகக் காணப்படுகின்றன. பொறியியல் அளவியல் முறையில் அனைத்து வகையான நில அளவியல் துணைக்கருவிகளையும் பயன்படுத்தி நீர்த்தேக்கம் அமையவிருக்கும் மொத்த பரப்பளவினையும் வரைபடமாக வரைய வேண்டும். நீர்த்தேக்கம் அமைக்கும்போது தேக்கத்தினால் உண்டாகும் உயரளவு நீர்மட்டம், நீரில் மூழ்கக்கூடிய இடங்கள், நீர் வரும் வழிகள், வெளியேறக்கூடிய வழிகள், ஏனைய கட்டுமானங்கள் அமையவிருக்கும் இடங்கள், அணைக்கட்டு உயரம் முதலிய விபரங்கள் அனைத்தும் திட்டமிடப்படவேண்டும்.

நீர்வள அளவியல் முறையில் கட்டப்படவிருக்கும் நீர்த்தேக்கத்தைக் கட்டும் முன்னர் வரும் நீரின் அளவு, கிடைக்கும் வழிமுறை, கிடைக்கும் காலம் எவ்வவ் வழிகளில் எப்போது நீர்த் தேக்கத்தின் உயரும் அளவு, நீரிழப்பு உண்டாகும் வழிமுறை, கட்டுப்படுத்தும் முறை ஆகியவற்றைக் கணக்கிட வேண்டும். மழை அளவு, நீர் வடிகால் நிலப்பரப்பின் தன்மை, நீர்ப்பிடிக்கும் நிலப்பரப்பின் வடிவம், அமைப்பு, அந்த இடத்தில் உள்ள தட்பவெப்பநிலை ஆகிய புள்ளி விபரங்களைச் சேகரித்துப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

புவியியல் அளவியல் முறையில் மாதிரிக்குழிகள் தோண்டப்பட்டு நீர்த்தேக்கம் அமையவிருக்கும் இடத்தில் நிலத்தின் அடியில் இயற்கை அமைப்புகளை ஆய்ந்தறிய வேண்டும். பெரும்பாலான இடங்களில் மாதிரி மண் எடுத்து ஆய்வு நடத்த வேண்டும். இதன் மூலம் நீர் கசியும் தன்மைகளையும், அணைக்கட்டு அடிவாரத்தின் உறுதித் தன்மையையும் கண்டறிய வேண்டும். நிலத்தின் அடியில் உள்ள பாறைகளில் விரிசல், ஓட்டை உடைசல் உள்ளனவா என அறிய வேண்டும். மண்ணின் தரம் அணைக்கட்டிற்கு ஏற்றதா என்பதையும் ஆய்வு செய்ய வேண்டும். நீர் சேமிக்கும் தன்மையுள்ள நிலப்பரப்பு அதன் கனம், பல்வேறு வகையான மண் அடுக்குகளின் கனம் முதலியவற்றைக் கணக்கிட வேண்டும். அருகிலேயே

கட்டுமானப் பணிக்கெனக் கற்கள் கிடைக்கும் இடத்தினையும் கண்டுபிடித்துத் தேர்வு செய்ய வேண்டும்.

நீர்த்தேக்கங்களைச் சேமிக்கும் நீர்த்தேக்கம், வெள்ள நீர்க்கட்டுப்பாட்டு நீர்த்தேக்கம், நீரைப் பகிர்ந்தளிக்கும் நீர்த்தேக்கம், பல்நோக்கு நீர்த்தேக்கம் எனப் பலவகையாகப் பிரிக்கலாம். சேமிக்கும் நீர்த்தேக்கம் சாதாரணமாக நதிகளின் குறுக்கே அணைக்கட்டப்பட்டுக் கோடைக்காலங்களுக்கு தேவையான நீரை மழைக்காலங்களில் சேமித்துவைக்கும். ஆதலால் இந்நீர்த்தேக்கம் மழைக்காலங்களிலும் வெள்ளம் ஏற்படும் காலங்களிலும் கிடைக்கும் மிகுதியான நீரைச் சேமிக்கிறது. வெள்ள நீர்க்கட்டுப்பாட்டு நீர்த்தேக்கம் என்பது அதிகரிக்கும் வெள்ள நிலையைத் தடுப்பதும், நீரைத் தடுத்து நிறுத்தித் தேக்கி அணைக்குக் கீழ்ப்பகுதிகளில் சேதமின்றிப் பாயும் அளவில் திறந்துவிடுவதும் ஆகும். இந்நீர்த்தேக்கம் நீரை நீண்டகாலம் சேமித்து வைத்திருப்பதில்லை. மேலும் பெருவெள்ளம் வரின் தேக்கப் போதிய கொள்ளளவு வேண்டித் தேக்கத்தைக் காலி செய்து வைப்பர். பல்நோக்கு நீர்த்தேக்கம் எனப்படுவது நீர்ப்பாசனம், மின் உற்பத்தித் திட்டம், மீன்வளர்ப்பு, குடிநீர் வழங்கல் போன்ற ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பல பயன்களை அளிக்கக் கட்டப்படும் நீர்த்தேக்கம் ஆகும்.

நீர்த்தேக்கத்தில் சேமிக்கப்படும் நீரின் ஒவ்வொரு பகுதியும் அதன் இருப்பிடத்திற்கேற்பப் பலவகைச் சேமிப்பாகக் கருதப்படுகிறது. பயன்படாச் சேமிப்பு எனப்படுவது அணைக்கட்டின் மிகத் தாழ்வான நீர் வெளியேற்றப் பாதைக்குக் கீழே உள்ள நீர் ஆகும். இது அணைக்கட்டிலிருந்து வெளியேற்றவோ பயன்படுத்தவோ முடியாத நீர் ஆகும். இந்நீரின் மேல் மட்டத்தைக் குறைந்த அளவு நீர்த்தேக்க நீர்மட்டம் எனக் குறிப்பிடலாம். கூரை நீர்ச் சேமிப்பு எனப்படுவது இயற்கையாக அமைந்துள்ள சுற்றுப்புற மண் சுவர்கள் நீர்த்தேக்கத்திலிருந்து உறிஞ்சிச் சேர்க்கும் நீர் ஆகும். நீர்த்தேக்கத்தில் நீரின் உயரம் அதிகரிக்கும்போது இவ்வகைச் சேமிப்பும் அதிகரிக்கும். இது மழைக்காலங்களில் சேமிக்கும் நீரைச் சிலகாலம் சென்றபின் நீர்த்தேக்க நீர் அளவு குறையும்போது, கசிவு நீராக மீண்டும் நீர்த்தேக்கத்தின் உள்ளே கொடுக்கவும் கூடும். பயன்படும் சேமிப்பு எனப்படுவது குறைந்த அளவு நீர்த்தேக்க மட்டத்திற்கும் அணைக்கட்டின் முழு உயரத்திற்கும் இடைப்பட்ட உயரத்திற்குள் உள்ள நீர்ச் சேமிப்பு ஆகும். இதனை முழுமையாக அணைக்கட்டிலிருந்து எடுத்துப் பயன்படுத்த முடியும். கூடுதல் சேமிப்பு எனப்படுவது அணைக்கட்டின் முழு உயரத்திற்கு மேல் தற்காலிகமாகக் கதவுகளின் உதவியால் நிறுத்தக்கூடிய நீரின் அளவு ஆகும். இது தீவிர மழை, வெள்ளம் ஆகியவற்றால் தற்காலிகமாக உருவாகக்கூடிய சேமிப்பு ஆகும்.

நீர்த்தேக்கத்தில், வண்டல் மண், சேறு ஆகியவை நீருடன் வந்து மிகுதியாகச் சேரும்போது அதன் கொள்ளளவு குறையத் தொடங்கும். அணைக்கட்டின் தாழ்வான நீர் வெளியேற்றப்பாதை வரை உள்ள உயரத்திற்கு இவ்வண்டல், குறுமணல் சேர்வதற்கு அனுமதிக்கலாம். இதற்குமேல் சேரக்கூடிய வண்டல் வெள்ள நீர் வரும் காலங்களில் நீருடன் சேர்ந்து வெளியேறுமாறு செய்ய வேண்டும். அனைத்து வகையிலும் இது வெளியேறிய பின்னரும் சேரக்கூடிய சேற்றின் அளவைக் கணக்கிட வேண்டும். இதனையும் நீர்த்தேக்கத்தின் கொள்ளளவினையும் கணக்கிட்டு இதன் மூலம் எவ்வளவு காலத்தில் மொத்த நீர்த் தேக்கமும் வண்டல், சேறு ஆகியவற்றால் நிரம்பும் என்று கணக்கிட முடியும். வண்டல், சேறு ஆகியவை நீர்த்தேக்கத்தில் சேருவதைத் தடுக்க நடவடிக்கை மேற்கொள்ள வேண்டும்.

நீர்த்தேக்கம் அமைக்க இடம் தேர்வு செய்யும்போது மண் அரிப்பு உள்ள இடங்களையும் மிக அதிக வண்டலைக் கொண்டுவரும் நீரோடைகளையும் தவிர்க்க வேண்டும். நீர் சேமிக்கும் நிலப்பரப்புகள் புல்தரைகளாக இருந்தால் மண் அரிப்பு மிகுதியாக இராது. இவ்வகைப் புல் வளர்ந்து தடுப்புகளை உருவாக்கலாம். அணைக்கட்டு கட்டிய பின்னர் அவ்வப்போது சேரும் வண்டலை எந்திரங்களின் உதவியால் கலக்கி நீருடன் சேர்த்து வெளியேறச் செய்யலாம். மழைக்காலத் தொடக்கத்தில் நீருடன் மிகுதியாக வரும் வண்டலை நீர்த்தேக்கத்தில் நுழையாமல் தவிர்த்து நேரிடையாக அணைக்கட்டின் மறுபக்கம் அனுப்பிவிடலாம். அணைக்கட்டின் பல இடங்களில் குழாய்த் திறப்புகள் அமைத்து அவற்றைத் தகுந்த நேரத்தில் திறன்பட இயக்குவதன் மூலமும் வண்டல் மண்ணை வெளியேற்றலாம். நீர்த்தேக்கத்திற்கு நீர் வருமுன்னர் ஆங்காங்கே சிறு கட்டுப்பாட்டுக் கதவுகள் அமைந்த கட்டுமானங்கள் மூலம் வண்டலைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

நீர்த்தேக்கம் அவ்வப்போது தூய்மை செய்யப்பட வேண்டும். மிதக்கும் மரம், குப்பை, பறவைகளின் எச்சம் ஆகியவை நீர்த்தேக்கத்தில் உள்ள நீரின் தரத்தைக் கெடுத்து பயனற்றதாக்கிவிடக்கூடும். ஆதலால் எந்திரங்களின் உதவியாலும் பணியாளர்களின் உதவியாலும் நேரிடையாகத் தூய்மை செய்ய வேண்டும். ஒவ்வொரு வெள்ளத்தின்போதும் நீர் உயரத்தின் பெருமளவு, நீர் வெளியேறும் பெரும அளவு, நீர் தேங்கும் கன அளவு, நீர் வெளியேறும் வேகம் முதலியவற்றைக் கணக்கிடுவது வெள்ளநீர் மதிப்பீடு எனப்படும். இதைப் பல நிலைகளில் கணக்கிட்டு நீர்த்தேக்கத்தின் பாதுகாப்பை உறுதி செய்ய வேண்டும்.

- ஆ. மோகனகிருஷ்ணன்

நீர்த்தேள்

இது கணுக்காலிகள் தொகுதியில், பூச்சிகள் வகுப்பில், ஹெமிப்டிரா வரிசையில் நீபிடே குடும்பத்தில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இது தேள்களை ஒத்த, நீரில் வாழும் பூச்சியினங்களைச் சேர்ந்த ஒரு வகை வண்டினமாகும். நீர்த்தேளின் *(Nepa rubra)* கால்கள், தேள்களின் கொடுக்குகளைப் போல் காணப்படுவதால் இரைகளைக் கவ்விப் பிடிப்பதற்குப் பெரிதும் பயனாகின்றன. நீர்த்தேள் தட்டையான ஓவல் வடிவில், பழுப்பு வண்ணத்தில், பின்புறத்தில் வாலுடன் காணப்படும். இலைக்காம்பு, தேளின் வால் போல் காணப்படும். நீர்த்தேளின் வால் சுவாசக்குழாயாகப் பயன்படுகிறது. குளம், குட்டைகளின் ஓரங்களில் காணப்படும் மக்கிய இலைகளிலும் நீர்த்தேள் காணப்படும். நீர்த்தேளில் 150 வகை உலகெங்கும் உள்ளன. இதன் உடல் அளவு 2-5 செமீ. நீளமாகும். புலாலுண்ணியான இது இரைகளை 2, 3 ஆம் இரட்டைக் கால்களின் உதவியால் பிடித்து உண்கிறது. சுவாசத்திற்காக 10 இரட்டைச் சுவாசத் துளைகள் உடலின் பக்கவாட்டில் காணப்படும். இவற்றில் முதல் 3 இரட்டைத் துளைகள் மூடப்பட்டும் 4,5,9 ஆம் இரட்டைத் துளைகள் பயனற்றும் 10ஆம் இரட்டைத் துளைகள் சுவாசத்திற்கும் அமைந்தவை. 6,7,8 ஆம் இரட்டைத் துளைகள் உடலைச் சமநிலைப்படுத்துவதற்கு உதவியாய் உள்ளன. ரானேட்ரா என்னும் நீர்க்குச்சிப் பூச்சியும் நீர்த்தேளைப் பல பண்புகளில் ஒத்துக் காணப்படுகிறது.

நீர்த்தேள் நீரில் ஒரு பக்கம் உடலைச் சாய்த்து மூழ்கியிருக்கும்போது அப்பகுதியில் உள்ள அழுத்தம் நீரில் மூழ்காமல் உள்ள மற்றோ உடல்பகுதியின் அழுத்தத்தைவிட மிகுதியாக இருக்கும். உடலின் இரு பகுதியிலும் அழுத்தத்தைச் சமமாக வைத்திருக்க இந்தச் சுவாசத்துளைகள் பயன்படுகின்றன.

- அ. சிவானந்தம்

நீர் நாய்

மீன்களைப் பிடித்துண்ணும் இந்நீர் வாழ் விலங்கு, பாலூட்டி வகையைச் சேர்ந்தது. இது நீரிலேயே முழுவதுமாக வாழ்வதில்லை. ஆனால் நன்கு நீந்தும்; வேகமாக ஓடும். அமெரிக்க நீர் நாய் நிலத்தின்மேல் நன்கு வேட்டையாடும். விரலிடைத்தோல் நன்கு அமையப் பெற்று நீரில் நீந்துவதற்கு எளிதாக அமைந்துள்ளது. இது துடுப்பாகவும் வலிமையுடன் செயல்பட வல்லது. மேல்தோலில் அடர்த்தியாக முடி அமைந்துள்ளது. வால் தடித்தும் நீண்டும் உள்ளது. இதன் பின்கால்கள், முன்கால்களை விட நீளமானவை.

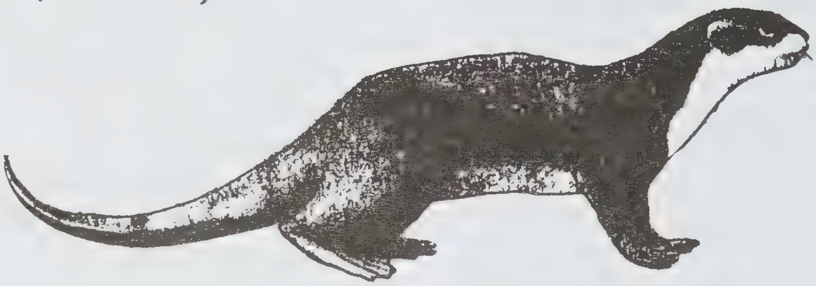
நீர் நாயின் மேல்தோல் குளிரைத் தாங்கும் வண்ணம் தடித்து அமைந்துள்ளது. நீரில் நீந்துவதற்கு ஏற்ப இதன் உடலமைப்பு வலிமையாக உள்ளது. பின்கால்களால் வேகமாக உதறுவதாலும், பாதங்கள், வால் போன்றவை சீராக இயங்குவதாலும் இயக்கம் எளிதாக நடைபெறுகிறது. இதன் காதுகள் சிறியவை. மூக்கு மூக்குத்துளைகளுடன் தடுப்புகளையும் பெற்றிருக்கிறது. இதனால் நீர் உட்புகுவது தடுக்கப்படுகிறது. மீசைகள் பெரியவை நீரிலிருக்கும்போதும் இவை விறைப்பாக நிற்கும். இவற்றினுதவியால்

திறந்த நிலை

மூடிய நிலை

நீர்த்தேள் (Nepra rubra)

சாதாரண நீர்நாய் ***(Lutra Lutra)***



இந்திய மென்மை நீர்நாய் ***(Lutra Perspicillata)***

கூர்நகமற்ற நீர்நாய் ***(Aonyx Cinera)***

பாறைகளுக்கு அடியில் பதுங்கிக் கொண்டு மீன்கள் நீந்துவதை உணர்கிறது. கால்கள்கூடத் தொடு உணர்ச்சி உறுப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன. கால்களை மெதுவாக வைத்துச் சேற்றினுள், பாறைக்குள் பதுங்கிக் கொண்டிருக்கும் மீன்களை எளிதில் அறிந்து பிடித்துவிடுகிறது. பற்கள் நழுவக்கூடிய உணவைப் பிடிக்கும் விதத்தில் அமைந்தவை. பின்பற்கள் பல் குழிகளைப் பெற்றுள்ளன. வட துருவத்திலும் இவை வாழ்கின்றன. சில வகை, நிலநடுக்கோட்டை ஒட்டிய பகுதிகளிலும் தென்படும். இந்திய நீர்நாய் *(Lutra perspicillata)* அனைத்து இடங்களிலும் வசிக்கிறது. சாதாரண நீர்நாய் *(Lutra Lutra)*, நகமற்ற நீர்நாய் *(Aonyx cinera)* ஆகியவை இமயமலை அடிவாரத்திலும் தென்னிந்திய மலைப்பகுதிகளிலும் வசிக்கின்றன.

பழக்கங்கள். குளிர்ந்த மலை ஆறு, ஏரிகளில் இது வசிக்கிறது. மரப்பொந்துகளிலும், நீர் ஓரங்களிலும் புதர்களிலும் வீடு கட்டி வாழ்கிறது. வேனிற்காலங்களில் இமயமலையில், காஷ்மீரில் 3 கி.மீ. உயரம் வரை மேலே செல்லும். மழைக்காலங்களிலும், பனிப்பொழிவின் போதும் கீழிறங்கி வருகிறது. மீன், நண்டு, தவளை, நீர் எலி, நீர்க்கோழி, வாத்து போன்றவற்றை உண்கிறது. பாறைகளுக்குமேல், கூரைகளின் பக்கத்தில் இது கழிக்கும் மலத்தை வைத்துக்கூட இதன் இருப்பிடத்தை அறிந்துவிடலாம். ஏனைய பாலூட்டிகளைப் போலவே ஒரே இடத்திலேயே இது மலங்கழிக்கும். இரவில் வேட்டையாடும் இது மனித நடமாட்டம் இருக்கும்போது வெளியே வராது. மீன்கூட்டத்தைப் பார்த்தவுடன் அனைத்து நீர் நாய்களும் ஒன்றாகச் சேர்ந்து கொண்டு வேட்டையாடும். நீர் நாயின் இனப்பெருக்கமுறை மிகுதியும் அறியப்படவில்லை. இதன் கருக்காலம் 61 நாள்கள் ஆகும். வளரும் வரை குட்டி நாய்கள், தாயுடன் இருக்கும். இது வீட்டு நாயைப் போலவே எளிதில் பழகிவிடும்.

- ஜிஎம். நடராஜன்

துணைநூல். S.H. Prater, *The Book of Indian Animals*, Bombay Natural History Society, Bombay, 1955.

நீர் நுண்ணுயிரியல்

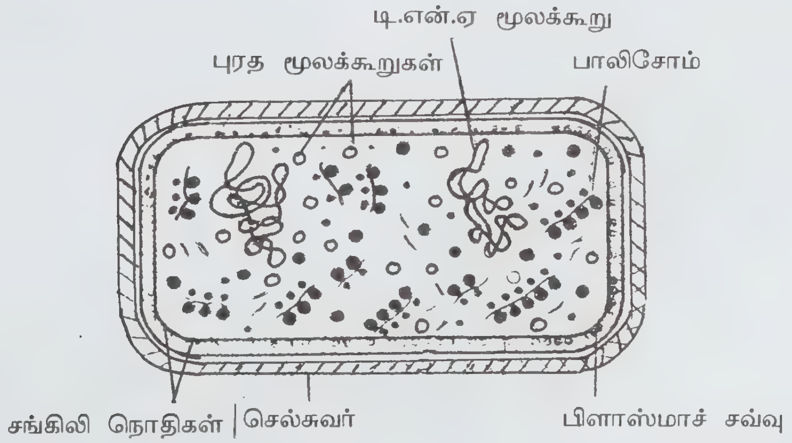
பெரும்பாலான நோய்களுக்குக் காரணம் நீர்த் தூய்மைக்கேடேயாகும். குடிநீர் மாசற்றிருந்தால் நோய்கள் பெரும்பான்மையாக அழிக்கப்பட்டுவிடும். தூய குடிநீர் என்பது நீரை அருந்துபவருக்கு எவ்வகைத் தீமையும் உண்டாக்கக்கூடாது. நல்ல குடிநீராக இருந்தபோதிலும் சிலபோது நீரின் நிறமும் மணமும் அருவெறுப்பாக இருக்கும். நல்ல குடிநீரில் நோயூக்கும் காரணிகள் இருக்கக்கூடாது; தீமை பயக்கும் வேதிப் பொருள்கள் இருக்கக்கூடாது; சுவை நன்கு அமைய வேண்டும்; சமையலுக்கு ஏற்றதாக இருக்க வேண்டும்.

பெரும்பாலும் மலத்தின் மூலம் நுண்ணுயிரிகள் நீரில் கலந்து விடுகின்றன. எஸ்செரிச்சியாகோலை (E.Coli) ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கை, கிளாஸ்ட்ரிடியம் பெர்பிரின்ஜன்ஸ் போன்றவை மலத்தின் மூலம் நீரில் கலக்கும் குறிப்பிடத்தக்க நுண்ணுயிர்களாகும். குடல் புழு ஒட்டுண்ணிகளும் இதிலடங்கும்.

கோலிபார்ம் நுண்ணுயிர். வளி விரும்பும் (aerobic) வளி விரும்பாத (anaerobic) கிராம் நெகடிவ் கருக்களை உருவாக்கா, அசையக் கூடிய, அசையா, 4 மணி நேரத்தில் லாக்டோசை (35-37°Cஇல்) நொதிக்கும் தன்மை வாய்ந்த அனைத்து நுண்ணுயிரிகளும் இதிலடங்கும். கோலையே இதில் மிகவும் முக்கியமானது. கோலிபார்ம் நுண்ணுயிர்கள் மனிதக்குடலில் பெருமளவு காணப்படுகின்றன. நாள்தோறும் ஒரு மனிதன் 200-400 பில்லியன் நுண்ணுயிர்களை மலத்தில் வெளியேற்றுகிறான். இவை நீரில் கலந்து நீரை மாசுபடுத்துகின்றன. இவை நீண்ட காலம் உயிர் வாழ்கின்றன. ஆகவே இவை நீரில் காணப்பட்டால் அந்த நீரைத் தூய்மையற்றதாகக் கொள்ள வேண்டும். இது போன்றே, ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கையும் மலத்தில் காணப்படும். ஆனால் எ.கோலையைவிடக் குறைந்த எண்ணிக்கையில் விளங்கும் இவை நீரில் காணப்பட்டால், அந்த நீர் மாசடைந்தது என உறுதியாகக் கூறலாம்.

இ. கிளாஸ்டிரிடியம் பெர்பிரின்ஜன்ஸ் நுண்ணுயிரிகளும் மலத்தில் காணப்படுகின்றன. இதன் கருக்கள் நீரில் நீண்ட காலம் உயிர் வாழ்கின்றன. குளோரின் கூட இந்நுண்ணுயிரியைப் பாதிப்பதில்லை.

- சாரதா கதிரேசன்



எஸ்செரிச்சியா கோலை

நீர் நொச்சி

இதைச் சிறு நொச்சி என்றும் கூறலாம். நீர் நொக்கியின் தாவரப்பெயர் வைட்டெக்ஸ் டிரைஃபோலியா *(Vitex trifolia)* என்பதாகும். லைட்டெக்ஸ் இண்டெக்ரிமா *(V. Integrima)* என்னும் இணைத் தாவரப்பெயரும் இதற்குண்டு. வெர்பனேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இந்த மணமுள்ள சிறு மரத்தை அந்தமான், தென்னிந்தியப் பகுதிகளில் காணலாம். கடற்கரைப் பகுதிகளில் மிகுதியாக வளருமெனினும், சமவெளியிலும் இதை நட்டு வளர்க்கலாம். இலங்கை, சீனா, ஜப்பான், மலேசியா, ஆஸ்திரேலியா ஆகிய நாடுகளிலும் இதைக் காணலாம். இது ஆண்டு முழுவதும் பூக்களுடன் வளம் குறைந்த மண்ணிலும் நன்கு வளரும். இதை வேலியாகவும் வளர்க்கலாம். மழைக் காலத்தில் பென்சில் கனமுள்ள குச்சியை வெட்டி வளர்ப்பது வழக்கம்.

அமைப்பு. இது 6 மீ. வரை வளரும் சிறுமரம். இளம் மரப்பகுதிகளில் மென்மையான மயிர் காணப்படும். பட்டை வெளிர்நிறமாகவோ சாம்பல் நிறமாகவோ வழவழப்பாக இருக்கும். இலைகள் மூன்று கூட்டிலையமைப்புடையன. காகிதம் போன்ற சிற்றிலைகள் நீள்முட்டை, முட்டை அல்லது தலைகீழ் முட்டை-நீள்சதுர வடிவானவை. 8-10 இரட்டைப் பக்க நரம்புகள் உண்டு. இலையோரம் மழுங்கிய பற்களைக் கொண்டது. இலை நுனி கூரானது. சிற்றிலைக் காம்பின் நீளம் 1 செ.மீ; பக்கவாட்டிலுள்ள சிற்றிலைகளுக்குக் காம்பில்லை. மஞ்சரி கிளை நுனியில் கூட்டுப் பூத்திரளாக (panicle) இருக்கும். மேற்பகுதியில் இலைக் கக்கங்களிலும் உண்டாகியிருக்கும் இதன் நீளம் 10 செமீ. ஐந்து புல்லி இதழ்களும் பற்களுடனிருக்கும்; 6 மிமீ. குறுக்களவுள்ள முக்கோண வடிவ அல்லி இதழ்கள் நீலநிறமானவை. ஐந்து மடல்களையுடைய அல்லிக் குழலின் நீளம் 3 மி. மீட்டராகும்.

மகரந்தத் தாள்கள் நான்கு. மகரந்தக் கம்பிகள் 3 மி.மீ, 3,5மி.மீ. என்னும் இரண்டு உயரங்களில் இருக்கும். உருண்டையான கனி, உள்ஓட்டுச் சதைக்கனி (drupe) வகை; கனி பழுத்தால் நீலங்கலந்த கறுப்பு நிறமாயிருக்கும். புல்லிவட்டத்தால் தாங்கப்பட்டிருக்கும் இது 6 மி.மீ. குறுக்களவிலிருக்கும். 4 அறை கொண்டு 4 விதைகளுடனிருக்கும். விதைகளின் புற உறை தடிப்பானது. மூளை சூழ்தசை (endosperm) இல்லை. வித்திலைகள் சதைப்பற்றானவை.

பயன். நீர்நொச்சி, வாதவலி, வீக்கம், சுளுக்கு ஆகிய நோய்களில் பயனாகிறது. இலையை உலர்த்தித் தூள் செய்து இலைச்சாற்றுடன் கலந்து தர, காய்ச்சல் போகும். இலைச்சாறு குடல்கோளாறுகளைப் போக்கும். இலைச்சாறைப் பிலிப்பைன்ஸ் நாட்டில் காச நோயைப் போக்கப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நீர்நொச்சி *(vitex trifolia)*

நீர் நோய்கள்

நீரின் மூலம் பல நோய்கள் பரவுகின்றன. வைரசால் பரவும் மஞ்சள் காமாலை, சீதபேதி, இளம்பிள்ளைவாதம், பாக்டீரியாவால் பரவும் காலரா, சீதபேதி, வயிற்றுப்போக்கு, டைஃபாய்டு காய்ச்சல், இரைப்பை சிறுகுடல் அழற்சி, ஒட்டுண்ணி மூலம் பரவும் அமீபா, நாக்குப்பூச்சி, சாட்டைப்பூச்சி, நூல்புழு, ஹைடாடிட் பூச்சி, நரம்புச் சிலந்தி போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கன.

நாக்குப்பூச்சி நோய். இது நீண்ட, உருண்டையான கபில நிறமுடைய ஒரு புழுவாகும். மனிதனில் குடல் வழிப்பாதை பாதிக்கப்படும். இந்நோய் உலகமெங்கும் பரவியிருந்தாலும், பின்தங்கிய அல்லது வளர்ந்து வரும் நாடுகளில் பெருமளவில் பரவியுள்ளது. தூய்மைக்கேடு மிகுந்துள்ளமையாலும், இந்நோய் பரவுவதாகத் தெரிகிறது. ஆண் புழு 10 அங்குல நீளமும், பெண் புழு 0.5 அங்குல நீளமும் இருக்கும்.

மனிதக் குடலில் வாழும் இப்புழுக்களின் பொலிவுற்ற முட்டைகள் மனித மலம் மூலம் வெளிவருகின்றன. இம்முட்டைகள் 3 வாரங்களில் முதிர்ச்சியடைகின்றன. வயல்களிலும், குளம் குட்டைகளிலும் முட்டைகள் உள்ளமையால் தூய்மையற்ற காய்கறி, உணவுப் பொருள், நீர் மூலமாக மனித உடலையடைகின்றன. மனித உடலில் இம்முட்டைகள் முட்டைப் புழுவாக மாறிப் பின்னர் அது சிறுகுடலை ஊடுருவி, கல்லீரலுக்குச் சென்று குருதி ஓட்டம் வழியாக மனித நுரையீரல்களை அடைகின்றன. நுரையீரல்களிலிருந்து மூச்சுக் குழலை அடைந்து, பின்னர் உணவுக் குழல் வழியாக மீண்டும் சிறுகுடலை அடைந்து முதிர்ந்த புழுக்களாக மாறுகின்றன. பின்னர் இங்கு இடப்பட்ட முட்டைகள் மனித மலத்தில் வெளிப்படுகின்றன.

நோய் அறிகுறி. முட்டைப்புழு நுரையீரல்களை உறுத்துவதால் வறட்டு இருமலும், காய்ச்சலும் உண்டாகின்றன. சில வேளைகளில் தோல் தடிப்பும், இருமலில் குருதியும் தோன்றுகின்றன. முட்டைப்புழு அரிதாக மூளை, கண்கள், சிறுநீரகங்களை அடைந்து அறிகுறிகளைத் தோற்றுவிக்கும். முதிர்ந்த புழுக்கள் சிறுகுடலில் உள்ளமையால் வயிற்றுவலி, விட்டு விட்டு வரும் சீதபேதி, பசியின்மை, கெடு நாற்றம் கொண்ட மூச்சு, களைப்பு, சோர்வு, வளர்ச்சிக் குறைவு ஆகியவை தோன்றுகின்றன. மலத்தில் நாக்குப்பூச்சியின் முட்டைகளை உருப்பெருக்கியின் மூலம் கண்டு, நோயை அறுதியிடலாம்.

நோய்த் தடுப்பு முறைகள். நீர் தூய்மையாக இருக்க வேண்டும். பச்சைக் காய்கறி, பழங்கள் ஆகியன நன்றாகக் கழுவப்பட்டு உண்ணப்பட வேண்டும். நலவாழ்வளிக்கும் வகையில் திட்டமிட்டுக் கட்டப்பட்ட மலக்கூடங்கள் மிகவும் இன்றியமையாதவை. நோய் தீர்ப்பதற்குப் பிப்பெரசின் சிட்ரேட், மெபண்டசோல், லாவாமிசோல், பைரெண்டல் போன்ற பல ஆற்றல் வாய்ந்த மருந்துகள் உள்ளன.

சாட்டைப்பூச்சி நோய். டிரைகுரிஸ் டிரைகுரியா எனப்படும் சாட்டை போன்று தோற்றமளிக்கும் ஒரு புழுவால் இந்நோய் உண்டாகிறது. இப்புழுவும் சிறுகுடலிலேயே வளருகிறது. இந்நோய் பெரும்பாலும் வெப்ப மண்டல நாடுகளிலேயே காணப்படுகிறது.

மனித மலத்தில் வெளியேறிய முட்டைகள் கவனக் குறைவால் உணவு, நீர் மூலம் மனித உடலுக்குள் சென்று நோயை உண்டாக்குகின்றன. உட்சென்ற முட்டை, சிறுகுடலில் முட்டைப் புழுவாக மாறிப் பெருங்குடலில் முதிர்ச்சியடைகிறது. பொதுவாக இந்நுண்ணுயிரியால் மனிதனுக்கு எவ்வித அறிகுறியும் தோன்றாது. நுண்ணுயிரிகளின் எண்ணிக்கை மிகுதியாக இருந்தால் சீதபேதி, வயிற்றுவலி, குமட்டல், வாந்தி, எடையிழப்பு, படபடப்பு போன்றவை தோன்றுகின்றன. இப்புழுவின் முட்டைகளை மனித மலத்தில் உருபெருக்கியினடியில் காண்பதன் மூலம் நோய் அறிதியிடல் எளிதாகிறது. உண்ணும் உணவையும், குடிநீரையும் தூசி, பூச்சிகளிடமிருந்து பாதுகாப்பதன் மூலம் நோயைத் தடை செய்யலாம்.

நூல் புழு நோய். நூல் போன்று வெண்மையாகச் சிறிதாக இருக்கும். இப்புழுவைச் சிலர் கீரைப்பூச்சி என்பர். இந்நோய் உலகெங்கும் பரவியிருந்தாலும், குளிர் பகுதிகளில் மிகுந்து காணப்படுகிறது. இட நெருக்கடியும், நெரிசலும் கொண்ட விடுதிகளில் தங்கியுள்ள பள்ளிக் குழந்தைகளில் இந்நோய் மிகுந்து காணப்படுகிறது. முதிர்ந்த புழு, சிறுகுடலில் உயிர் வாழ்கிறது. சிறுகுடலை அரித்து மிகச் சிறிய புண்களை இந்நுண்ணுயிரிகள் உண்டாக்குகின்றன. கருவடைந்த பெண் புழு, சிறுகுடலில் சிலேட்டுமப் படலத்திலிருந்து விடுபட்டு மலக்குடல் வழியாக வெளிவந்து, குதத்தை அடைந்து ஆசனவாயைச் சுற்றி முட்டையிடுகிறது. அரிப்பினால் சொரியும்போது, கை நகங்களில் அம்முட்டைகள் ஒட்டிக் கொள்வதால் மீண்டும் மனித உடலுக்குள் செல்ல வாய்ப்புண்டு.

நோய் அறிகுறி. சிறுகுடலின் சிலேட்டுமப் படலத்தில் புழுக்கள் ஒட்டிக் கொண்டுள்ளமையால், குடலில் சிறிய புண்கள் ஏற்படுகின்றன. ஆசனவாயைச் சுற்றிப் பெருமளவில் அரிப்பு ஏற்படுகிறது. இதன் மூலம் அமைதியின்மை, சிடுசிடுப்பு, தூக்கமின்மை ஆகியவை நோயாளிக்குத் தோன்றுகின்றன. இப்புழுவின் முட்டையை உருப்பெருக்கியில் காண்பதன் மூலம் நோய் அறுதியிடல் எளிதாகிறது.

நோய்த் தடுப்பு முறை. ஆசனவாயைச் சுற்றியிருக்கும் முட்டைகளால் ஏற்படும் அரிப்பின்போது சொரிவதால், நகங்களில் முட்டைகள் ஒட்டிக் கொண்டு பின்னர், கைகளை நன்கு கழுவாமல் உணவருந்தும்போது அதே முட்டைகள் மீண்டும் மனித உடலை அடைகின்றன. இதைத் தவிர்க்கக் கை நகங்கள் அடிக்கடி வெட்டப்பட வேண்டும். தூக்கத்திலிருந்து எழுந்தவுடனும், மலம் கழித்த பின்னரும், உணவிற்கு முன்னரும் கைகளை நன்கு கழுவ வேண்டும். படுக்கை விரிப்புகள், கொதிக்கும் நீரால் நன்றாகக் கழுவப்பட வேண்டும். இதற்கு மெபண்டசால், பைரண்டல் போன்ற மருந்துகள் பயனளிக்கின்றன.

- மு.கி. பழனியப்பன்

நீர் பதப்படுத்துதல்

பொதுவாகக் குடிநீர், தொழிலக நீர் என நீரின் பயன்களை வகைப்படுத்தலாம். மழை நீர், ஆற்று நீர், கிணற்று நீர், ஏரி நீர் ஆகியவற்றை வேளாண்மையில் திருத்தமின்றியே பயன்படுத்தலாம். மனித அன்றாட வாழ்க்கையிலும், தொழிலகத் தயாரிப்புகளிலும் பயன்படும் நீரை மாசகற்றம் செய்தல் இன்றியமையாதது.

குடிநீர். உணவுத் தயாரித்தல், குளித்தல், முகம் கழுவுதல், பருகுதல் ஆகியவற்றுக்குத் தேவையான நீரைப் பொதுவாகக் குடிநீர் எனக் குறிக்கலாம். குடிநீரில் நிறம், நெடி, இயல்பற்ற சுவை, கலங்குமை (turbidity), நோயைத் தோற்றுவிக்கும் நுண்ணுயிரிகள், மிகையளவு கனிம உப்புகள் ஆகியன இடம் பெறக்கூடாது. இயற்கையில் கிடைக்கும் நீர் குறிப்பிட்ட வண்ணத்துடன் காணப்பட்டால் அதில் களிமண், மட்கிய எரு, சேறு ஆகிய கலங்கல் தன்மை ஏற்றும் பொருள்கள் மலிந்துள்ளன என்று அறியலாம். இதுவே அதன் நெடிக்கும், ஒவ்வாத சுவைக்கும், நுண்ணுயிரி உருவாதலுக்கும் காரணமாகிறது. நீர் கலங்கலாக இருத்தலுக்கு அடிப்படைக் காரணம் அதில் கலந்துள்ள கூழ்ம நிலை மாசுப் பொருள்களாகும். கூழ்மப் பிரிகைப் பொருளாகச் சிதறி நிற்கும் களிமண் துகள்கள் எதிர் மின்னேற்றத்தைப் பெற்றுள்ளன. இத்துகள்கள் யாவும் ஒரே மின்சுமையைப் பெற்றுள்ளமையால் ஒன்றையொன்று விலக்குகின்றன. இவ்விலக்கு விசையால் வீழ்படிவாதல் தடுக்கப்படுகிறது. துகள்களின் மின்சுமையை நடுநிலையாக்கினால் துகள்களுக்கு இடையேயான இயல்பு வகை வாண்டர்வால்ஸ் ஈர்ப்பு ஊக்குவிக்கப்பட்டு, துகள்கள் திரண்டு பெருந் துகள்களாக மாறும் வாய்ப்பு மிகும். இத்திரிதல் வழிமுறையை (co-agulation) நிகழ்த்துவதற்கு மின்பகுளிச் சேர்ப்புத் தேவை.

நீரில் பரவியுள்ள கூழ்மப் பிரிகைப் பொருள் எதிர்மின்னேற்றம் கொண்டுள்ளமையால், சேர்க்கப்படும் மின்பகுளியில் நேரயனி மின்னேற்றம் உயர, உயர மின்பகுளியில் திரிதல் திறன் கூடுதலாகிறது. இதன் விளைவாக, இணைதிறன் மூன்று கொண்ட அலுமினியம், இரும்பு ஆகியவற்றின் உப்புகள் மட்டுமே கூழ்மத் திரிதலுக்குப் பயனாகின்றன. படிகாரம் (alum) குளோரின் கலந்த இரும்பு II சல்ஃபேட் ஆகியவற்றின் பயன் இத்துறையில் அறுதியிடப்பட்டுவிட்டது. திரிதல் இயக்கம் கலங்குமையைத் தோற்றுவிக்கும் பொருள்கள், அவற்றின் வகையீடு, திரிக்கும் பொருளின் அளவு, நீரின் pH மதிப்பு, கலத்தல் விரைவு ஆகிய காரணிகளைப் பொறுத்ததாகும்.

வடிகட்டி வகைப் படிகாரம் சிறந்த திரிக்கும் பொருளாகும். $Al_2(SO_4)_3.14.3H_2O$ என்னும் இயைபுடைய இப்பொருளில் ஏறத்தாழ 17% வரை நீரில் கரையவல்ல Al_2O_3 உள்ளது. இயற்கையில் கிடைக்கும் நீரில் இயல்பாகவே இருக்கும் காரத்தன்மை படிகாரத்துடன் வினையுற்று அலுமினியம் ஹைட்ராக்சைடு வீழ்படிவை உண்டாக்குகிறது. படிகாரத் தேவை 1 லி. நீருக்கு 5-50 மி.கி. என்னும் வரம்பிலுள்ளது. படிகார வழி வீழ்படிவாக்கல் 5.5-8 என்னும் pH வரம்பில் பெரும் பயனைத் தருகிறது. மிகப் பரந்த pH வரம்புகளில் (5-11) திரிதலை நிகழ்த்த வேண்டுமாயின், குளோரின் கலந்த $FeSo_4$ஐப் பயன்படுத்தலாம். வீழ்படிவுகள் மெல்லப் படிவதாலும், எளிதில் சிதறுவதாலும் திரிதல் எளிதாக நிகழ்வதில்லை. திரிதல் ஊக்கிகள் (coagulants) எனப்படும் வேதிப்பொருள்கள் இவ்வகையில் உதவுகின்றன. பல்லுறுப்பி மின்பகுளிகள், கிளர்வூட்டப்பட்ட சிலிக்கா, ஆக்சிஜனேற்றிகள் ஆகியன இவற்றுள் குறிப்பிடத்தக்கவை.

சுவையும் நெடியும் பெரும்பாலும் ஆல்காக்களினாலேயே தோன்றுகின்றன. அவற்றின் வளர்சிதை மாற்றங்களால் உண்டாகும் சேர்மங்கள் மீன், மண், புல் ஆகியவற்றில் நெடியை உருவாக்குகின்றன. ஆக்டினோமைசீட்டுகள் எனும் பூசண நுண்ணுயிரிகள் நீருக்கு மண்ணின் மணத்தை ஊட்டுகின்றன. காற்றூட்டம், தாமிர சல்ஃபேட் சேர்க்கை, பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் சேர்க்கை, குளோரினேற்றம் ஆகியன நெடியை நீக்கவல்ல பொருள்கள். கிளர்வூட்டப்பட்ட கரியைச் சேர்த்தால், அது பரப்புக் கவர்ச்சியின் மூலம் நெடித்தோற்றிகளை உறிஞ்சி அகற்றுகிறது.

கலங்குமை, நெடி, நிறம் ஆகியவற்றைத் தோற்றுவிக்கும் பொருள்களை வீழ்படிவாக்கி, வடிகட்டுதல் இயற்பிய வேதி வழிமுறைகளில் (physico-chemical methods) முதன்மையானதாகும். திரிதல்

நிகழ்த்தப்பட்ட பின்பு வீழ்படிவைப் படிவித்தலுக்காகப் பெரிய தொட்டிகளில் நிலை நிறுத்தி வைத்தல் வேண்டும். இந்நிலையிலும் படிவித்தலுக்குட்படாத துகள்களைப் புவிஈர்ப்பு வடிகட்டி (gravity filter) மூலம் வடிகட்டலாம். மணல் வடிகட்டிப் படுகையை ஏறக்குறைய 0.5 மீ. உயரத்திற்குச் சரளைக்கல் அடுக்கின் மீது அமைக்க வேண்டும். சரளை அடுக்கு மேலிருந்து கீழ்நோக்கிப் படிப்படியாகக் குறுக்களவில் பெரிய கற்களால் தொகுக்கப்பட்டிருக்கும். வடிகட்டும்போது நீரை அழுத்தத்தினால் மேலிருந்தும், வெற்றிடத்தினால் கீழிருந்தும் படுகையில் விரைவாக ஊடுருவச் செய்யலாம். நீரின் பாய்ம விரைவை வென்ச்சுரி அளவி (venturimeter) என்னும் கருவியால் அளக்கலாம். தெளிந்த நீரை இறைப்பியின் துணைகொண்டு கீழிருந்து மேலாக மின்னோக்கிச் செலுத்தி, படுகையைக் கழுவலாம். மணல் மட்டுமன்றி, நிலக்கரி, கார்னெட் (garnet) ஆகியனவும் வடிகட்டும் பொருளாகப் பயன்படுகின்றன. கறைபடா எஃகினாலான மெல்லிய துணியால் சன்னமாக நெய்யப்பட்ட நுண்வடிகட்டிகள் நுண்ணுயிரிகளையும் வடிகட்டவல்லவை.

தொற்றுநீக்கம். நோயைத் தோற்றுவிக்கும் நுண்ணுயிரிகளை அழிக்கும் செயலில் புற ஊதாக் கதிர்கள், ஓசோன், குளோரின் ஆகியன பயனாகின்றன. இவற்றுள் குளோரினேற்றம் மட்டுமே பரவலாகப் பயன்படுகிறது. குளோரின் நுண்ணுயிரிக் கொல்லும் செயல் குளோரின் நீருடன் வினைபுரிந்து விளைவாகும் HOCl (ஹைப்போகுளோரஸ் அமிலம்), ClO^- (ஹைப்போ குளோரைட் அயனி) ஆகியவற்றின் வினைத்திறனை அடிப்படையாகக் கொண்டது. நுண்ணுயிரியின் செல்லமைப்பையும் வளர்சிதை மாற்றத்தையும் இவ்வேதிப்பொருள்கள் குலைக்கின்றன. ஹைப்போகுளோரஸ் அமிலம் ஹைப்போகுளோரைட் அயனியைவிட மீ திறன் கொண்டுள்ளமையால் தனித்த குளோரினின் செயல்திறன் pH மதிப்புக்கு எதிர்விகிதத்திலிருக்கும்.

குளோரினை நீர்மநிலையிலோ, சோடியம் அல்லது கால்சியம் ஹைப்போகுளோரைட்டாகத் திண்ம வடிவிலோ பயன்படுத்தலாம். சலவைத் தூளில் 70% பயனுறு. குளோரின் உள்ளது.

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HClO \underset{pH < 7}{\overset{pH > 8}{\rightleftharpoons}} H^+ + OCl^-$$

$$CaOCl_2 \longrightarrow Ca^{2+} + OCl^- + Cl^-$$

நீரிலுள்ள அம்மோனியாவுடன் குளோரின் வினையுற்று, குளோரமீன்கள் என்னும் சேர்மங்களை உருவாக்குகிறது.

$$HOCl + NH_3 \longrightarrow H_2O + NH_2Cl$$

(மோனோ குளோரமீன்)

$$HOCl + NH_2Cl \longrightarrow H_2O + NHCl_2$$

(டை குளோரமீன்)

$$HOCl + NHCl_2 \longrightarrow H_2O + NCl_3$$

(டிரை குளோரமீன்)

இவ்விளைபொருள்களின் விகிதம் நீரின் pH மதிப்பு, தொடக்கத்தில் குளோரின்-அம்மோனியா விகிதம், குளோரின் நீருடன் தொடர்பு கொண்டுள்ள நேரம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது. pH குறையக் குறைய டிரைகுளோரமின் அளவு கூடுகிறது. எனவே pHஐச் சரிசெய்து டிரைகுளோரமின் உருவாதலைத் தடுக்கலாம். நடுநிலையான நீரில் (pH = 7) மோனா குளோரமினும், டைகுளோரமினும் மட்டுமே நிலைபெறும். குளோரமின்கள் குளோரினைப் போன்றே தொற்றுநீக்கப் பண்பு கொண்டவை; நீரில் கரைபவை; நிறமற்றவை. குளோரின் நெடியும், இரும்புக் குழாய்களை அரிக்கும் தன்மையும், கோழைப்படலங்களைப் (mucous membranes) பாதிக்கும் தன்மையும் இச்சேர்மங்களுக்குக் கிடையா. எனவே, குளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட நீர் சேமிப்புத் தொட்டிகளிலும், பங்கீட்டு அமைப்புகளிலும் நோயைத் தோற்றுவிக்கும் நுண்ணுயிரிகளை ஏற்பதில்லை. இதன் விளைவாக நீரில் தனித்த குளோரின் (free chlorine) எஞ்சியிருத்தல் தவிர்க்கப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நீரில் சேர்க்கப்பட வேண்டிய குளோரின் அளவை அறிவதற்கு ஒடிதல் குளோரினேற்ற முறை (break point chlorination) பயன்படுகிறது.

குறிப்பிட்ட அளவு நீரில் சிறிது சிறிதாகக் குளோரினைச் சேர்த்து, ஒவ்வொரு முறை சேர்த்த பின்பும் வினையுற்றது போக எஞ்சிய குளோரின் அளவை அறிய வேண்டும். சேர்க்கப்படும் குளோரின் அளவுக்கும் எஞ்சியுள்ள குளோரின் அளவுக்கும் ஒன்றுக்கொன்று சார்புள்ள வரைபடம் வரைய வேண்டும். இவ்வரைகோடு படம் 1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. எந்தவொரு கட்டத்திலும் குளோரின் தேவை என்பது அத்தருணம் வரை சேர்க்கப்பட்ட குளோரின் அளவுக்கும் எஞ்சிய குளோரின் அளவுக்கும் இடைப்பட்ட வேறுபாடாகும். இங்குக் குளோரின் எச்சத்தை அளந்தறிவதற்கு முன் நீர்-குளோரின் தொடுகை நேரம் ஏறத்தாழ 20 நிமிடங்கள் இருக்குமாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். வரைபடத்தின் சிறுமப்புள்ளி 'தடைப்புள்ளி' எனப்படும். இப்புள்ளிக்கும் அப்பால் குளோரின் சேர்க்கப்பட்டால், அது தனித்த நிலையில் எஞ்சி நிற்கும். எனவே, சேர்க்கப்பட வேண்டிய குளோரின்

அளவு இப்புள்ளியால் வரையறுக்கப்படுகிறது. நீரில் இயல்பாகவே அம்மோனியா இடம் பெற்றிருக்கும். அவ்வாறு இல்லையெனில், நீர்ம வடிவில் அம்மோனியா சேர்க்கப்பட வேண்டும்.

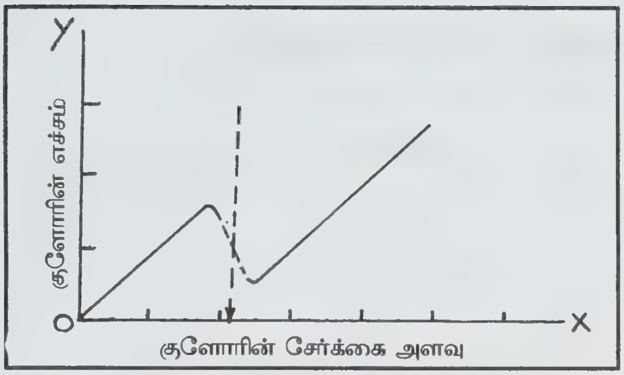
ஓசோன் வழித் தொற்றுநீக்கம் குளோரினேற்றத்துடன் ஒப்பிடுகையில் பல வகைகளில் வேறுபட்டது. குளோரினேற்ற அளவுக்கும் தொற்று நீக்கத்திற்கும் (நுண்ணுயிர் அழிவுக்கும்) நேரடித் தொடர்பு உள்ளது. ஓசோன் வழித் திருத்தத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட செறிவுவரை தொற்றுநீக்கம் நிகழ்வதில்லை. இவ்வரம்புக்கு அப்பால் தொற்றுநீக்கம் எளிதில் உயர்ந்து, முழுமையடைகிறது.

ஓசோன், தொற்று மட்டுமன்றி, நிறம், நெடி ஆகியவற்றையும் நீக்கக்கூடியது. ஆனால் ஓசோன் 02 மீகி./மீ^{3} என்னும் செறிவுக்கு மேற்பட்ட நிலையில்

அட்டவணை 1

குடிநீருக்கான தன்மைகளும் தர அளவுகளும்

தன்மைகள் துணையலகுகள்	அனைத்துலக தரநிர்ணயம்	இந்திய செந்தர நிர்ணயம்
நிறம், மணம், சுவை	நிறமற்றது	
	மணமற்றது	
	சுவையற்றது	-
	6-8.5	6-9
நியம கடத்துந் திறன்	300 μcm^{-1}	-
கரைந்த நிலை ஆக்சிஜன்	4-6 (ppm)	3-0
மொத்த கரைந்த நிலைத் திண்மங்கள்	500	-
சிதறிய திண்மம்	5	-
குளோரைடு	250	600
சல்ஃபேட்	250	1000
சயனைடு	0.2	0.01
நைட்ரேட் + நைட்ரைட்	< 10	-
ஃபுளூரைடு	1.5	3.0
ஆர்செனிக்	0.05	0.2
குரோமியம் (VI)	0.05	0.05
காரீயம்	< 0.05	0.1
ஃபீனால்கள்	0.001	0.005
கோலிஃபார்ம் செல்கள்/100மி.லி.	100	< 5000
பூச்சி கொல்லிகள்	0.005	-



படம் 1. நீரில் கலந்திருக்கும் அம்மோனியா, பிற ஒடுக்கிகளுடன் குளோரின் வினைப்படுதல்.

நச்சுத்தன்மை மிக்கது. ஓசோன் வழித்திருத்தம் குளோரினேற்றத்தைவிடச் செலவினம் மிக்கது. 0.5-1% சூழ்வெளி ஆக்சிஜனை ஓசோனாக மாற்றுவதற்கு ஒவ்வொரு கிராம் ஓசோனுக்கும் 0.025-0.03 ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. 1லி. நீரிலிருந்து தொற்றுநீக்கம், நிறநீக்கம், நெடியகற்றம் ஆகிய யாவையும் நிகழ்த்த வேண்டியிருந்ததால் 2-4 மி.கி. ஓசோன் தேவைப்படும்.

புற ஊதாக்கதிர்வழி திருத்தம். சூரிய ஒளி ஒரு சிறந்த தொற்றுநீக்கியாக விளங்குவதற்குக் காரணம் அதிலுள்ள 5% புற ஊதாக் கதிர்களாகும். சூரிய ஒளியில் புற ஊதாக் கதிர் செறிவு குறைவாக உள்ளமையால் பாதரச ஆவி விளக்கு புற ஊதாக் கதிர்த் தோற்றுவாயாகப் பயன்படுகிறது. தொற்று நீக்கத்தை அறுதியிடுவதற்கு நீரில் ஒலியை உறிஞ்சவல்ல பொருள்களான ஃபீனால்கள், அமீன்கள் ஆகியன இடம்பெறக்கூடா. ஒளியிலிருந்து நுண்ணுயிரிகளை மறைக்கவல்ல, சிதறிய நிலையிலுள்ள துகள்களும் அகற்றப்பட வேண்டும்.

குடிநீருக்கான தர நிர்ணயக் கோட்பாடுகள் அட்டவணை 1 இல் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

தொழிலகங்களுக்கான நீர் வழங்கல். நீரைப் பெரிய அளவில் பயன்படுத்தும் ஒவ்வொரு தொழிலகத்திற்கும் அதற்கான தனித் தர நிர்ணயம் உள்ளது. எனினும், அனைத்துத் தொழிற்சாலைகளுக்கும் பொதுவான தர அளவீடுகள் (specifications) உண்டு.

கரைந்த நிலை உப்புகள், கரைந்த நிலை வளிமங்கள், இரும்பு, மாங்கனீஸ், எண்ணெய் இவை யாவும் நீக்கப்பட்ட நீர் மிகவும் ஏற்றது. நீரில் பொதுவாகக் காணப்படும் மாசுகளும் அகற்றும் முறைகளும் அட்டவணை 2 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

கரைந்த நிலை உப்புகள். பொதுவாக நீரில் சோடியம், பொட்டாசியம், கால்சியம், மக்னீசியம், இரும்பு ஆகியவற்றின் உப்புகளே பெரும்பாலும் இடம்பெற்றுள்ளன. இவற்றுள் கால்சியம், மக்னீசியம் உப்புகள் ஆகியன நீருக்குக் கடினத்தன்மையைக் கொடுக்கின்றன. சோடியம், பொட்டாசியம் உப்புகள் நீரின் புறப்பரப்பு விசையை (surface tension) மாற்றியமைத்து, நுரைத்தலுக்கு வழிவகுக்கின்றன. சாயமிடல், தோல் பதனிடல், உலோகப் பூச்சு, பால் பதப்படுத்துதல், மருந்துத் தயாரிப்பு இவற்றிற்கான தொழிற்சாலைகளுக்குக் கடினத்தன்மையற்ற நீரையே பயன்படுத்த வேண்டும். எனினும் நீராவியை உருவாக்கும் அழுத்தக் கொதிகலன்களில் புகுத்தப்படும் நீரில் கடினத்தன்மை முழுமையாக நீக்கப்படுதல் கட்டாயத் தேவையாகும்.

கடின நீர் எனப்படுவது சோப்புடன் எளிதில் நுரை தராது. மென்னீர் என்பது சோப்புடன் எளிதில் நுரை தரும். கால்சியம், மக்னீசியம் உப்புகள் நீரில் கரைந்துள்ளமையால் நீர் கடினத்தன்மை பெறுகிறது. சோப்பு (நீண்ட சங்கிலியமைப்புடைய கொழுப்பு அமிலத்தின் சோடியம் உப்பு) இந்த அயனிகளுடன் இணைந்து வீழ்படிவாகிறது. இதன் விளைவாகத் துணியைச் சலவை செய்வதற்குச் சோப்பு கிட்டுவதில்லை. கடினத்தன்மை ஏற்றும் உப்புகள் கொதிகலன்களில் பயன்படுத்தப்படும்போது மெல்லிய, வெப்பம் கடத்தாத, நீங்காப் படலத்தைக் கொதிகலனின் உட்சுவரில் தோற்றுவிக்கும். இப்படலம் கொதிகலனுக்கும், உள்ளே நிரப்பப்பட்டுள்ள நீருக்கும் இடையே ஒரு வெப்பம் கடத்தாத் திரையாக விளங்குவதால், வெப்பப் பரிமாற்றம் தடுக்கப்பட்டு வெப்பம் வீணாகிறது. மேலும், இப்படலத்தில் ஒரு சிறு வெடிப்புத் தோன்றினால், அதன் வழியே நீர் கசிந்து சூடான கொதிகலச் சுவரைத் தொட்டு நீராவியாக மாறும். நாளடைவில் இது கொதிகலத் தகடுகளை உருவிழக்கச் செய்யும்.

நீரின் கடினத்தன்மை இருவகையானது. அவை தற்காலிகக் கடினத்தன்மை அல்லது கார்போனேட் கடினத்தன்மை, நிலைத்த கடினத்தன்மை அல்லது கார்போனேட்டல்லாத கடினத்தன்மை எனப்படும். தற்காலிகக் கடினநீரைக் கொதிக்க வைத்தால் நீங்கிவிடும். கொதிக்க வைக்கையில் கடினத்தன்மைக்குக் காரணமாக விளங்கும் கால்சியம், மக்னீசியம் பைகார்போனேட்டுகள் வெப்பத்தால் சிதைவுற்றுக் கார்போனேட்டுகளாக வீழ்படிகின்றன.

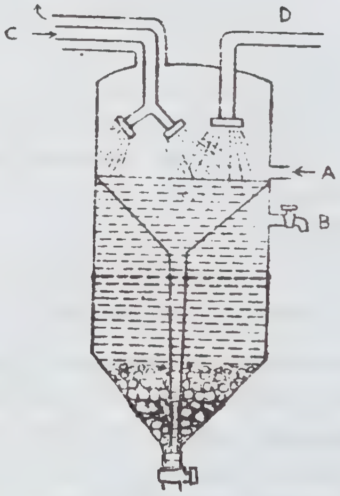
$$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O + CO_2$$

$$Mg(HCO_3)_2 \longrightarrow MgCO_3 \downarrow + H_2O + CO_2$$

அட்டவணை 2

நீரில் பொதுவாகக் காணப்படும் மாசுகளும், அகற்றும் முறைகளும்

மாசுப்பொருள்	அகற்று முறை
Fe, Mn, H_2S	ஆக்சிஜனேற்றம்; வீழ்படிவாக்கம் குளோரின் + காரம் சேர்க்கலாம்
CO_2, CH_4	காற்றூட்டம்
காரத்தன்மை (HCO_3^-, CO_3^{2-}, OH^-)	அயனிப்பரிமாற்றம்; பின்பு காற்றூட்டம் PH சீர் செய்தல்.
அமிலங்கள், காரங்கள், உப்புகள்	அயனிப் பரிமாற்றம்
75-95% அயனியாகும் உப்புகள் (செறிவான உப்பு நீரிலிருந்து)	தலைகீழ்ச் சவ்வூடு பரவல்
300 ppm வரை உப்பு நீரில் அயனியாகும் உப்புகள்	மின்வழிக் கூழ்மப் பிரிப்பு
Ca, Mg, Fe, Mn கலங்குமை, கரிமப்பொருள்கள்	குளிர்ந்த/சூடான சுண்ணாம்பு - சோடா சாம்பல் முறை, படிவித்தல், வடிகட்டல்.
கரிமப்பொருள், நுண்ணுயிரிகள், நெடி, சுவை	தடைப்புள்ளி, குளோரினேற்றல் (breakpoint chlorination)



படம் 2. வெப்ப வகைச் சுண்ணாம்பு சோடா வழிமுறை

இவற்றுள் $MgCO_3$ கருதத்தக்க அளவு நீரில் கரையும். நிலைத்த கடினத்தன்மை கால்சியம், மக்னீசியம் குளோரைடுகளால் உண்டாகிறது. இது கொதித்தல் நிகழ்வினால் நீங்குவதில்லை.

நீரின் கடினத்தன்மை எவ்வுப்பினால் தோற்றுவிக்கப்பட்டாலும், கால்சியம் கார்போனேட்டின் அடிப்படையிலேயே குறிப்பிடப்படுகிறது. M_1 என்னும் மூலக்கூறு நிறையைக் கொண்ட ஓர் உப்பு W கிராம் இடம்பெறின் அவ்வுப்பினால் தோன்றும் கடித்தன்மை

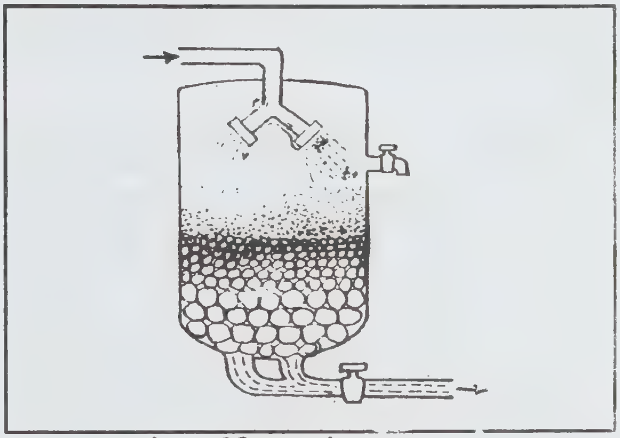
$W/m_1 \times 100$; இங்கு '100' என்னும் எண் $CaCO_3$ இன் மூலக்கூறு நிறையைக் குறிக்கும். இது ஒரு சதவிகிதக் கணக்கீடைப் போன்று தோன்றுவதால் $CaCO_3$ நியமச் சேர்மமாகக் கொள்ளப்படுகிறது.

கடினத்தன்மையை நீக்கும் வழிமுறைகள் முதன்மை ஏறுவரிசையில் பின்வருமாறு உள்ளன. அவை சுண்ணாம்பு-சோடா சாம்பல் முறை, சியோலைட் முறை, உப்பகற்றம் அல்லது அயனியகற்றம் (படம் 4.).

சுண்ணாம்பு-சோடா முறையில் கடினத் தன்மையைத் தோற்றுவிக்கும் உப்புகள் வீழ்படிவுகளாக மாற்றப்பட்டு, வடிகட்டி அகற்றப்படுகின்றன. சுண்ணாம்பு என்பது கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடையும், சோடா சாம்பல் என்பது சோடியம் கார்போனேட்டையும் குறிக்கும். பொதுவாக, சுண்ணாம்பு தற்காலிகக் கடினத்தன்மையையும், சோடா நிலைத்த கடினத்தன்மையையும் வீழ்படிவாக்குகின்றன. கால்சியம், மக்னீசியம் இரண்டுமே கார்போனேட்டுகளாக மாற்றப்படுகின்றன. இவற்றுள் மக்னீசியம் கார்போனேட் முழுமையாக வீழ்படிவதில்லை. எனவே, மேலும் சுண்ணாம்பு சேர்ந்து மக்னீசியம் ஹைட்ராக்சைடு வடிவில் முழுமையாக வீழ்படிவாகிறது.

இவ்வழி முறையில் நீராவியைப் புகுத்தினால் இதற்கு வெப்பச் சுண்ணாம்பு-சோடா முறை எனப் பெயர். நீராவியின் முன்னிலையில் வினைகள் விரைவாக நிகழ்கின்றன. வீழ்படியும் படிகங்கள் பெரிய அளவில் உருவாகின்றன. தற்காலிகக் கடினத்தன்மை கொதித்தலால் அகற்றப்படுவதால் சுண்ணாம்புத் தேவை குறைகிறது. வீழ்படிவு உருவாவதற்குத் திரிக்கும் பொருள்களைச் சேர்க்க வேண்டிய தேவை இல்லை. வீழ்படிவுகளைப் படிவித்தல் தொட்டியில் படிய வைத்து, தெளிந்த நீரை மணல் (சிலிக்கா), கரி (கார்பன்) வடிகட்டிகளில் ஊற்றி வடிகட்ட வேண்டும். மீநிறையுள்ள கரைசலாகவுள்ள கார்பன் டை ஆக்சைடைச் செலுத்தி மறுகார்பனேற்றம் (recarbonation) செய்தல் வேண்டும். சுண்ணாம்பு அல்லது சோடா சாம்பல் மிகையளவில் சேர்க்கப்பட்டிருப்பின், திருத்தப்பட்ட நீர் மீண்டும் கடின நீராக மாறுவதற்கும், கார வழி நொறுங்குதல் (caustic embrittlement) நிகழ்வதற்கும் வாய்ப்புத் தோன்றக்கூடும். இவ்வழிமுறைக்கு உட்படுத்தப்பட்ட நீரில் கடினத்தன்மை 40 மிகி/லி அளவிற்கு மிகுதல் கூடாது. வெப்ப வகைச் சுண்ணாம்பு-சோடா வழிமுறை படம் 2இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

சியோலைட் முறை. இது ஒரு நேரயனிப் பரிமாற்று முறை. சியோலைட் என்பது முப்பரிமாண வலையமைவு கொண்ட களிமண் வகைக் கனிமம். இயற்கையில் கிடைக்கும் கிளாகோனைட் எனும் சிலிக்கேட் கனிமத்தை அமிலத் திருத்தம் செய்து கரும்பச்சை நிறமுள்ள சியோலைட்டைப் பெறலாம். ஆய்வகத்தில் தொகுப்பு முறையிலும் தயாரிக்கவல்ல இது சோடியம் அலுமினோ சிலிகேட்டாகும். வலையமைப்புக் கொண்ட அலுமினோ சிலிக்கேட் அயனியில் நுண்துளைக் குழாய்கள் உள்ளன. இவற்றின் உட்சுவரில் சோடியம் அயனிகள் எளிதில் விடுபடும் வகையில் பிணைந்துள்ளன. சியோலைட் மணிகள் திணிக்கப்பட்ட ஒரு குழாயின் மூலமாகக் கடின நீரைச் செலுத்தும்போது, கடின நீரிலுள்ள கால்சியம், மக்னீசியம் அயனிகள் சியோலைட்டில் ஒட்டிக் கொண்டு, அவற்றுக்குச் சமானமான (equivalent) எண்ணிக்கையில் சோடியம் அயனிகள் நீரில் கலக்கின்றன. இவ்வயனிப் பரிமாற்றத்தின் விளைவாகச் சியோலைட்



படம் 3. சியோலைட் முறை

திண்மத்தில் நுழையும் கடினநீர் மென்னீராக வெளிவருகிறது. இவ்வயனிப் பரிமாற்றம் ஒரு மீள் வினையாகும்.

$$Na\,Z + \frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+}} \rightleftharpoons \frac{Caz}{Mgz} + 2\,Na^{+}$$

சியோலைட் படுகையில் சோடியம் அயனிகள் தீர்ந்து போகும்வரை இப்பரிமாற்றம் நிகழும். அதன் பின்பு சியோலைட் முழுவதும் கால்சியம்-மக்னீசியப் சியோலைட்டாக மாறிவிடுவதால் கடினத்தன்மை நீக்கம் நின்றுவிடுகிறது. மீண்டும் சியோலைட்டைச் சோடியம் சியோலைட் வடிவிற்குக் கொண்டுவர வேண்டும். இப்புதுப்பித்தலுக்கு அடர் சோடியம் குளோரைடு கரைசலைப் படுகையினூடே செலுத்த வேண்டும்.

$$\frac{CaZ}{MgZ} + 2\,Na^{+} \rightleftharpoons Na\,\,Z + \frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+}}$$

படுகையின் மீது ஊற்றும் சோடியம் குளோரைடு படுகையின் வழியே வெளிவந்தால் படுகை முழுமையாகப் புதுப்பிக்கப்பட்டுள்ளது எனக் கொள்ளலாம். இம்முறையின் மூலம் எதிர்மின் அயனிகளை அகற்ற முடியாது.

சியோலைட் அல்லது பெர்மியூடிட் முறை சுண்ணாம்பு-சோடா சாம்பல் முறையுடன் ஒப்பிடுகையில் பின்வரும் கூடுதல் நன்மைகளைப் பெற்றுள்ளது; திருத்தப்பட்ட நீரில் கடினத்தன்மை முழுவதும் அகற்றப்பட்டிருக்கும்; வெப்பப்படுத்தத் தேவையில்லை; ஒரு முறை வாங்கப்பட்ட சியோலைட்டை மீண்டும் மீண்டும் பயன்படுத்தலாம்; திரிக்கும் பொருளோ, வடிகட்டிகளோ தேவையில்லை. கலக்கும் அமைப்பு, படிவிப்புத் தொட்டி, வடிகட்டி, இறைப்பி எனப் பல கட்டங்களற்றுக் கட்டுக்கோப்பான அடக்கமான ஒரே அமைப்பு பயன்படுகிறது.

இதே ஒப்பீட்டின் மூலம் சியோலைட் முறையின் குறைகளும் தென்படுகின்றன. சியோலைட் வழிமுறையினால் திருத்தப்பட்ட நீரில் திருத்தத்திற்குட்படாத நீரில் உள்ளதைவிடக் கரைந்த உப்புகளின் செறிவு கூடுதலாக இருக்கும். இதன் விளைவாகச் சியோலைட் வழியில் திருத்தப்பட்ட நீர் உயர் அழுத்தக் கொதிகலனில் நுரைத்தலையும் நுரை வெளித் தள்ளுதலையும் (priming) தோற்றுவிக்கிறது. இரும்பு உப்புகள் கரைந்த நீரைச் சியோலைட் முறையில் மென்மையாக்க முயன்றால் இரும்பு சியோலைட்டிலிருந்து மீண்டும் சோடியம் சியோலைட்டைப் பெற முடியாது. அமிலத் தன்மை கொண்ட நீர் இம்முறையில் திருத்தப்பட வாய்ப்பற்றது. ஏனெனில் அமிலம் சியோலைட்டின் வடிவமைப்பைக் குறைத்துவிடும். கலங்கிய நீர் சியோலைட்டின் நுண்துகள்களை அடைத்துவிடுமாதலால், அவ்வகை நீரை இம்முறையில் பதப்படுத்த முடியாது. சியோலைட் முறை படம் 3 இல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

அயனிப் பரிமாற்ற ரெசின் முறை. இதனை உப்பகற்றம் அல்லது அயனியகற்றம் என்றும் குறிப்பிடலாம். பல்லுறுப்பி மூலக்கூறுகளை அமிலத்திலிட்டால், பல்லுறுப்பியின், முப்பரிமாண வலையமைவில் ஹைட்ரஜன் அயனிகள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. இப்பல்லுறுப்பியினாலான படுகையின் வழியே கடினநீரைக் கசிந்தோடச் செய்தால் நீரில் கரைந்துள்ள கடினத்தன்மை தோற்றுவிக்கும் அயனிகள் உட்பட அனைத்து அயனிகளும் பல்லுறுப்பியிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அயனிகளுடன் பரிமாற்றமடைகின்றன.

$$H_2R + \frac{Ca^{2+}}{2Na^+} \rightleftharpoons \frac{CaR}{Na_2R} + 2\,H^+$$

இப்பரிமாற்றவினை ஒரு மீள்வினையாகும். அயனிப் பரிமாற்றப் படுகையிலிருந்து வெளிவரும் நீர் அமிலத்தன்மை கொண்டதாக இருப்பினும், கடினத்தன்மை நீக்கப்பட்டிருக்கும். இப்பல்லுறுப்பிகளுக்கு நேரயனிப் பரிமாற்ற ரெசின்கள் எனப் பெயர். சல்ஃபோ ஏற்றம் செய்யப்பட்ட (sulphonated) நிலக்கரி, பாலிஸ்டைரீன், ஃபீனால், ஃபார்மால்டிஹைடு ஆகியன சிறந்த சான்றுகளாகும். பரிமாற்றம் நிகழ நிகழ ரெசினில் ஹைட்ரஜன் அயனிகளின் எண்ணிக்கை குறைந்து ஒரு நிலையில் இவ்வயனி தீர்ந்துவிடும். ரெசினைப் புதுப்பிப்பதற்கு ரெசின் படுகையினூடே அமிலத்தை ஊற்ற வேண்டும்.

$$\frac{CaR}{Na_2R} + 2\,H^+ \rightleftharpoons H_2R + \frac{Ca^{2+}}{2Na^+}$$

எதிரயனிகளை அகற்றுவதற்கு எதிரயனிப் பரிமாற்ற ரெசின்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை நீரிலுள்ள Cl^-, SO_4^{2-}, HCO_3^- போன்ற எதிரயனிகளைத் தம்மிடமுள்ள OH^- அயனிகளால் பதிலீடு செய்கின்றன.

$$\frac{2Cl^-}{SO_4^{2-}} + 2\,ROH \rightleftharpoons 2\,OH^- + \frac{2RCl}{R_2SO_4}$$

இதுவும் ஒரு மீள்வினையாகும். நேரயனிப் பரிமாற்ற ரெசின் வழியே செலுத்தப்பட்ட நீரை எதிரயனி ரெசின் வழியே செலுத்தும்போது வெளிவரும் நீரில் H^+ மற்றும் OH^- அயனிகள் தவிர வேறெந்த அயனியும் இடம்பெறுவதில்லை. எதிரயனிப் பரிமாற்ற ரெசின்கள் நீர்த்த காரக் கரைசலினால் புதுப்பிக்கப்படுகின்றன. அப்போது மேற்காணும் சமநிலையின் பின்னோக்கு வினை நிகழ்கிறது. எதிரயனிப் பரிமாற்ற ரெசின்கள் யூரியா ஃபார்மால்டிஹைடு, மெலமின் ஃபார்மால்டிஹைடு, டெட்ரா அல்க்கைல் அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

நீரை இருவகை அயனிப் பரிமாற்ற ரெசின்களின் வழியாக இருவேறு படுகைகளில் செலுத்துவதற்குப் பதிலாக இருவகை ரெசின்களையும் கொண்ட கலவையின் வழியே செலுத்திச் செயல்முறையை எளிதாக்கலாம். பாய்மமாக்கப்பட்ட (fluidised) படுகை முறை எனப்படும் இம்முறையில் இருவகை ரெசின்களும் அடர்த்தியில் வேறுபட்டிருக்கும். இருவகை ரெசின் கலவையிலான படுகையின் வழியே அயனியகற்றம் செய்யப்பட வேண்டிய நீரைச் செலுத்தி, கலத்தைச் சுழற்றினால் அயனிப் பரிமாற்றம் நிகழும். அயனிப் பரிமாற்ற ரெசின்கள் முறையே ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஹைட்ராக்சைடு அயனிகளை முழுமையாக இழந்துவிட்ட நிலையில் இந்த ரெசின் வகைகள் ஒவ்வொன்றாகப் புதுப்பிக்கப்படுகின்றன. தூய

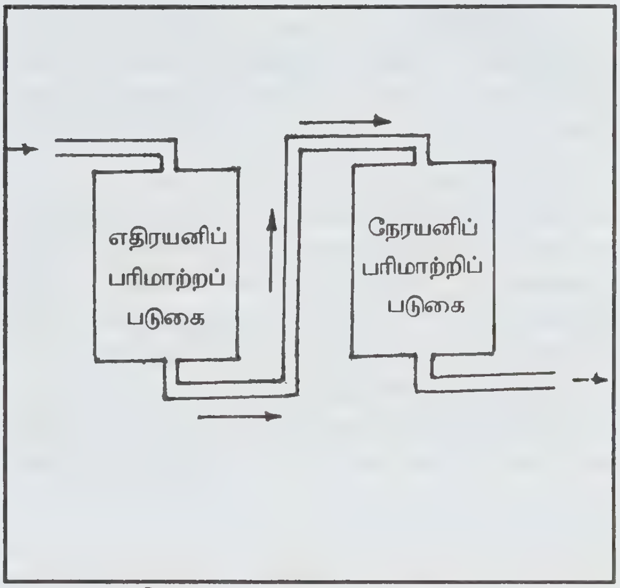
நீரினால் கழுவிய ரெசின் கலவையைப் படியவிட்டால், அடர்த்தி கூடுதலான ரெசின் வகையும், அடர்த்தி குறைவான ரெசின் வகையும் இரு வேறு அடுக்குகளாகப் பிரிந்து நிற்கின்றன. இவற்றை ஒவ்வொன்றாக முறையே நீர்த்த அமிலம், நீர்த்தக் காரக் கரைசலைக் கொண்டு புதுப்பிக்கலாம். இருவகைப் புதுப்பித்தலுக்குமிடையே தூய நீரால் கழுவி மிகையான அமிலம் அல்லது காரத்தை நீக்க வேண்டும்.

வாலை வடித்தல் மூலம் கடின நீரை மென்னீராக்குதல் மிகச் சிறந்த முறையேயாயினும், இத்திருத்த முறையில் பயன்படுத்தப்படும் கொதிகலனின் உட்சுவரிலேயே நீக்கமுடியாத உப்புப் படிவுகள் தோன்றும். மேலும், இவ்வழிமுறைக்கு வெப்ப ஆற்றல் மிகுதியாகச் செலவழியும்.

நீரில் கரைந்துள்ள வளிமங்கள். பொதுவாக, இயற்கையில் கிடைக்கும் நீரில் ஆக்சிஜன், கார்பன் டை ஆக்சைடு மட்டுமே கரைந்திருக்கும். கரைந்துள்ள ஆக்சிஜன் செறிவு தேங்கியுள்ள நீர் முழுவதும் ஒரே சீரான செறிவு கொண்டிருப்பின் சிக்கல் இல்லை. மாறாக, ஒரு பகுதியின் ஆக்சிஜன் செறிவு மற்றொரு பகுதியின் ஆக்சிஜன் செறிவிலிருந்து மாறுபட்டிருந்து, இரு பகுதிகளும் ஒரே உலோக அமைப்புடன் தொடர்பு கொண்டிருப்பின், குறைவான (கரைந்த) ஆக்சிஜன் செறிவு கொண்ட நீர்ப்பகுதியுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ள உலோகப்பகுதி எதிர் மின்முனையாக மாறி அரிக்கப்பட்டுவிடும். இவ்வகை வேதி அரிமான மின்கலங்கள் (corrosion cells) தோன்றாமலிருக்க நீரில் கரைந்த ஆக்சிஜன் செறிவு சமச்சீர்மையோடு இருக்க வேண்டும். அல்லது கரைந்த ஆக்சிஜன் இருத்தல் தவிர்க்கப்பட வேண்டும். கார்பன் டைஆக்சைடு நீரில் கரைந்து கார்போனிக் அமிலமாகிறது. உயர் அழுத்தக் கொதிகலன்களில் இவ்வமிலச் செறிவு மிகுந்து, உலோகப் பகுதிகள் அரிக்கப்படுகின்றன.

நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனை அகற்றுவதற்கு நீரை நுண்திவலையாகப் பீச்சிச் சூடாக்கப்பட்ட இரும்புப் பரப்பின்மீது தெளிக்க வேண்டும். அப்போது காற்றில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜன் இரும்புடன் வினைப்பட்டு, இரும்பு ஆக்சைடாகப் படிகிறது. நீண்ட சங்கிலியமைப்புக் கொண்ட அல்லது பெரிய வளைய அமைப்புக் கொண்ட அமின்களால் ஒருநிலைப்படுத்தி அகற்றலாம்.

நீரில் கரைந்துள்ள இரும்பு, மாங்கனீஸ் ஆகியவற்றை அகற்றுவதற்குக் காற்றூட்டமும் செய்தல் வேண்டும். நீரைத் தாரையாகப் பீச்சும்போது காற்றுடன் நன்கு கலந்து இரும்பும் மாங்கனீசும் ஆக்சைடுகளாக மாறுவதற்கு வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. வீழ்படிவாகும் இவ்வாக்சைடுகளை வடிகட்டிப் பிரிக்கலாம்.



படம் 4. நீரிலிருந்து உப்பகற்றம் அல்லது அயனியகற்றம்

கொதிகலனுக்கான நீரைப் பல்வேறு மாசுப்பொருள்களை அகற்றும்பொருட்டுத் திருத்திக் கொதிகலனில் இடுதல் வெளிப்புறத்திருத்தம் (external conditioning) எனப்படும். மாறாக, கொதிகலனிலேயே தக்க வேதிப்பொருள்களைப் புகுத்தி மாசுப்பொருள்களின் பாதிப்பைத் தவிர்த்தல் உள்ளகத் திருத்தம் (internal conditioning) எனப்படுகிறது. இவை ஒன்றுக்கொன்று மாற்றான வழிமுறைகளல்ல. வெளிப்புறத்திருத்தம் செய்யப்பட்ட நீரில் கரைத்த உப்புகள், கரைந்த வளிமங்கள், எண்ணெய், இரும்பு, மாங்கனீஸ் ஆகியன சிறிதளவு எஞ்சியிருந்தாலோ திருத்தம் செய்யப்பட்ட பின்பு மாசுற வாய்ப்பு கால்சியம் இருந்தாலோ உள்ளகத் திருத்தம் தேவையாகிறது. இதனை வாயிற்படித்திருத்தம் (threshold conditioning) என்றும் கூறுவர். இவ்வழிமுறையில் பயனாகும் வேதிபொருள்கள் கொதிகலன் சேர்மங்கள் (boiler compounds) எனப்படுகின்றன.

கரைந்த உப்புகள் கொதிகலன் செதில்களை உருவாக்க வல்லனவாக இருந்தால், அவற்றை வீழ்படிவை (கசடை) உருவாக்கவல்ல மாசுப்பொருளாக மாற்றுதல் சிறந்த பயன்தரும். இக்கசடை மேலும் நீர் சேர்த்து, கலக்கி வெளித் தள்ளலாம். இவ்வகையில் சோடியம் பாஸ்ஃபேட் உப்புகள் சிறந்தவையாகும். இவ்வுப்புகள் சோடியம் டை ஹைட்ரஜன் பாஸ்ஃபேட் (NaH_2PO_4) டிரைசோடியம் பாஸ்ஃபேட், டை சோடியம் ஹைட்ரஜன் பாஸ்ஃபேட் என (Na_2HPO_4) மூவகையின. நீரின் அமில-காரத்தன்மையைப் பொறுத்து இம்மூன்றில் தக்கதொரு பாஸ்ஃபேட்டைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம். இயல்பாகவே அமிலத்தன்மை நீருக்கு Na_3PO_4உம், நடுநிலை

நீருக்கு Na_2HPO_4உம் காரத்தன்மை கொண்ட நீருக்கு NaH_2PO_4உம் ஏற்றவை. எந்தப் பாஸ்ஃபேட் உப்பைப் பயன்படுத்தினாலும், அது கால்சியத்தைக் கால்சியம் பாஸ்பேட்டாக $(Ca_3(PO_4)_2)$ வீழ்படிவாக்குகிறது.

கால்சியம் அயனியை வீழ்படிவாக்காமல் அதே நேரம் கரைசல் நிலையிலேயே தீங்கிழைக்காத சேர்மமாக மாற்றலாம். இதற்குக் கால்கான் (calgon) எனும் சேர்மம் பயன்படுகிறது. இதைச் சேர்த்தவுடன் நீரிலிருந்து கால்சியம் மறைந்துவிட்டது போன்று தெரிவதால் இப்பெயர் வந்தது. வேதிநோக்கில் இச்சேர்மம் சோடியம் ஹெக்சாமெட்டா பாஸ்ஃபேட் $(NaPO_3)_6^-$ ஆகும். இது கால்சியம் அயனியுடன் வினையுற்று $Na_2[Ca_2P_6O_{18}]$ என்னும் நீரில் கரையவல்ல அணைவுச் சேர்மமாக மாறுகிறது. இச்சேர்மத்தில் கால்சியம், எதிரயனியின் ஒரு பகுதியாக உள்ளமையால் சிக்கல் ஏற்படுவதில்லை.

ஹைட்ரஜன் மற்றொரு கொதிகலன் சேர்மமாகும். இது நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனுடன் வினையுற்று நைட்ரஜனையும் நீரையும் தோற்றுவிக்கிறது.

$$N_2H_4 + O_2 \longrightarrow N_2 + 2H_2O$$

நைட்ரஜன் நீரிலிருந்து வெளியேறிவிடுவதால், இம்முறையில் கிளை விளைபொருள்கள் இல்லை.

டானின் என்னும் மற்றொரு கொதிகலன் சேர்மம் நீரில் கரைந்துள்ள இரும்பு, மாங்கனீஸ் ஆகியவற்றுடன் நீரில் கரையவல்ல அணைவுச் சேர்மத்தை உண்டாக்குகிறது. இவ்விரண்டு உலோக அயனிகளால் ஏற்படக்கூடிய துருக்கறை இதனால் தவிர்க்கப்படுகிறது.

கடல் நீர் அல்லது உப்புநீரைக் குடிநீராக மாற்றுதல். இயற்கையில் கிடைக்கும் நீரில் பெரும்பகுதி கடல் நீராகும். சில நாடுகளால் கடல் நீர் மட்டுமே கிடைக்கிறது. இந்நாடுகளில் கடல் நீரை உப்பகற்றம் செய்து குடிநீராக்குதல் கட்டாயத் தேவையாகும். உப்பகற்றம் செய்வதற்கு உறைய வைத்தல், நல்லுருகு கலவையாக உறையவைத்தல், மின்னாற் சவ்வூடுப் பரவல், எதிர்ச் சவ்வூடுப் பரவல் (reverse osmosis) ஆகிய உத்திகள் பயனாகின்றன. இவற்றுள் எதிர்ச் சவ்வூடு பரவல் முறை பரந்த அளவில் கையாளப்படுகிறது. செறிவில் மாறுபட்ட இரு நீரியக் கரைசல்களைப் பகுதி ஊடுருவு சவ்வுகளுக்கிடையில் (semipermeable membrane) பிரித்து வைத்தால், நீர்த்த கரைசலிலிருந்து செறிவுள்ள கரைசலை நோக்கிக் கரைப்பான் (நீர்) சவ்வு வழியே பாய்கிறது. இதனால் தோன்றும் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தத்திற்கும் மேலான அழுத்தத்தை எதிர்த்திசையில் செலுத்தினால் செறிவுற்ற கரைசலிலிருந்து நீர்த்த கரைசலுக்குக் கரைப்பான் பாய்தலை நிகழ்த்தலாம். உப்பு நீரைத் தூய நீரிலிருந்து இச்சவ்வினால் பிரித்து, உப்பு நீரின் மீது அழுத்தத்தைச் செலுத்தினால் நீர் மட்டும் சவ்வு வழியே மறுபக்கம் சென்றடையும். இக்கொள்கைக்குச் செயல்வடிவம் கொடுக்கும்போது சவ்வின் வலிவைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். உயர் அழுத்தங்களைத் தாங்கவல்ல செல்லுலோஸ் அசெட்டேட் சவ்வுகள் இத்துறையில் சிறந்த பயனளிக்கின்றன.

-மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நீர்ப்பாசனத்திறன்

பாசன நீர் வழங்கலைத் திறமையாகப் பயன்படுத்துவதையே அனைத்துவகைப் பயனாளர்களும், திட்டமிடுபவர்களும் கருத்தில் கொள்வர். பொதுவாக நீர்ப்பாசனத்திறன் என்பது பாசனத்திற்குக் கொடுக்கப்படும் நீருக்கும் பாசனத்தினால் கிடைக்கப்பெறும் பயனுக்கும் உள்ள விகிதத்தைக் குறிக்கும். நீர்ப்பாசனத்திறனைப் பல்வேறு கட்டத்தில் மதிப்பிட்டுப் பல்வேறு விதமாகச் சதவீதத்தில் குறிப்பர். அவையாவன: நீர்வழித் தடத்திறன், நீர்ப் பயன்பாட்டுத் திறன் (application efficiency), நீர்ப் பயன்படுத்துந்திறன் (use efficiency), நீர்த் தேங்கும் திறன், நீர்ப் பரவலாக்கும் திறன், நீர் உட்கொள் திறன்.

நீர வழித்தடத்திறன் (transmission efficiency) எனப்படுவது பாசன நீரை எடுத்துச் செல்லும் பாதையில் ஏற்படும் இழப்பைக் கருத்தில் கொண்டு கணக்கிடப்படுவதாகும். இதைக் கணக்கிடப் பாசன நிலத்தில் வந்து சேரும் நீரினளவை, நீர்த்தேக்கத்திலிருந்தோ, அணைக்கட்டு அல்லது கால்வாயிலிருந்தோ பெறப்படும் நீரின் அளவால் வகுக்க வேண்டும். பின்னர் நூறால் பெருக்கிச் சதவீதமாகக் கணக்கிட வேண்டும்.

நீர்ப் பயன்பாட்டுத்திறன் என்பது தாவரங்களின் வேர்ப்பகுதியில் தங்கி நிற்கும் நீரின் அளவிற்கும் பாசன நிலத்தில் வந்து சேர்ந்த நீரின் அளவிற்கும் உள்ள விகிதம் ஆகும். இத்திறனை மேம்படுத்த, தாவரத்திற்கு ஏற்ற நீர்ப் பயன்பாட்டு முறையைக் கூர்ந்து ஆய்ந்து தேர்வு செய்ய வேண்டும். சாதாரணமாகப் பாசன நீரின் பயன்பாட்டில் ஏற்படும் இழப்புகள் இரு வகைப்படும். நிலத்தின் மேற்புறத்தில், பாசன நிலத்திலிருந்து வெளிப்புறமாக ஓடிச் செல்லும் நீர் ஒரு வகையாகவும், பாசன நிலத்திலேயே தாவரங்களின் வேர்ப் பகுதிகளைத் தாண்டி மிகுந்த ஆழத்திற்கு ஊடுருவிச் சென்றுவிடும் நீர் மற்றொரு வகையாகவும் அமையும். இவ்விரண்டு இழப்புகளையும் கணக்கிட்டு அவற்றை நிலத்தில் பெறப்படும் நீரின் அளவிலிருந்து கழித்துவிட்டால் வேர்ப் பகுதியில் தேங்கி நிற்கும் அளவைக் கண்டுபிடிக்க முடியும்.

மிகச் சிறப்பாக வடிவமைக்கப்பட்ட மேற்புறப்பாசனத் திட்டத்தில் நீர்ப் பயன்பாட்டுத் திறன் 60% க்குக் குறையாமல் இருக்கும். தெளிப்பு முறை நீர்ப்பாசனத் திட்டத்தில் இத்திறன் 75% ஆக அதிகரிக்கிறது. பொதுவாக இந்த நீர்ப் பயன்பாட்டு திறன் குறைவதற்குப் பல்வேறு காரணங்கள் உள்ளன. அவை வருமாறு. நிலத்தின் சமச்சீரற்ற மேற்பரப்பு நீர்க்கசிவு, கூழாங்கற்களும் குறைந்த கனமும் பெற்ற மண் உள்ள நிலம், மிகக் குறைந்த அல்லது மிக அதிக அளவில் பாசன நீர் செல்லும் நீரோடைகள், தேவையானபோது பாசன நீர் இராமை, நீண்ட தொலைவிற்குப் பாசன நீர் ஓடிச் செல்லல், தவறான நீர்ப்பாசனப் பங்கீடு, விதைப்பதற்கு முன்பு நிலத்தை முறையாக ஆயத்தம் செய்யாமை, இறுக்கமடைந்து நீர்ப்புகாமலிருக்கக்கூடிய நிலப்பரப்பு, மிகச் சாய்வான சரிவான நிலப்பரப்பு, ஒரே நேரத்தில் மிகையாக நீர் பாய்ச்சுதல்.

நீர்ப் பயன்படுத்துந் திறன் கணக்கிடப் பயனுள்ள வகையில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட நீரின் அளவை பெறப்படும் மொத்த நீரின் அளவால் வகுக்க வேண்டும். நீர் தேங்கும் திறன் எவ்வாறு பாசனத்திற்குத் தேவையான அளவு நீரைத் தாவரங்களின் வேர்ப்பகுதியில் சேமித்து வைக்கலாம் எனக் கணக்கிட வழி செய்கிறது. பாசனத்திற்குத் தேவையான வேர்ப் பகுதியில் தேங்கி நிற்கும் நீர் அளவை, நீர்ப்பாசனத்திற்குப் பங்கீடு செய்யுமுன் வேர்ப்பகுதிக்குத் தேவையான நீரின் அள்வால் வகுக்க வேண்டும். நீர்ப்பாசனப் பகிர்ந்தளிப்புச் செய்யுமுன்பு வேர்ப்பகுதியில் தேவையாக உள்ள நீரின் அளவைக் கணக்கிட நிலத்தின் மொத்த நீர்க்கொள்ளளவில் இருந்து நிலத்தின் நிகர நீர் இருப்பினைக் கழிக்க வேண்டும்.

நீர்ப் பரவலாக்கும் திறன், சீராக நீரை வேர்ப்பகுதி முழுவதும் பரவலாக்கும் தரத்தினைத் தீர்மானிக்கிறது. சீரற்ற பரவலாக்குதல் விரும்பத்தகாத விளைவுகளைத் தரும். நீரைச் சீராகப் பரவலாகப் பெற்ற தாவரங்கள் உயர் விளைச்சலைத் தரும். நீர்ப் பரவலாக்கும் திறன் கணக்கிட முதலில் நீர்ப் பாசனத்தின்போது தேங்கி நிற்கும் நீரின் சராசரி உயரத்திலிருந்து சராசரி எண் விலக்க நீர் உயரம் கணக்கிடவேண்டும். இதை நீர்ப்பாசனத்தின்போது தேங்கி நிற்கும் நீரின் சராசரி உயரத்தால் வகுத்து அதன் மதிப்பை ஒன்றிலிருந்து கழிக்க வேண்டும். பின்னரே இதன் மூலம் கிடைக்கும் மதிப்பை நூறால் பெருக்க வேண்டும். இத்திறன், நீர்ப்பாசனப் பங்கீட்டு முறைகளுக்கு இடையே உள்ள ஏற்றத் தாழ்வுகளைக் கணக்கிட்டு ஒப்பு நோக்க உதவுகிறது.

நீர் உட்கொள்திறன் (consumptive use) கணக்கிடத் தாவரம் சாதாரணமாக உட்கொள்ளும் நீரளவை, வேர்ப்பகுதி நிலத்தில் விடப்பட்ட மொத்த நீரளவால் வகுக்க வேண்டும். இத்திறன், நிலத்தடி நீர்க் கசிவினால் ஏற்படும் இழப்பு, ஆவியாகும் நீர் அளவு ஆகியவற்றைத் தீர்மானிக்க உதவுகிறது.

- ஏ. எஸ். எஸ். சேகர்

நீர்ப்பாசனத்திறன் (தாவரவியல்)

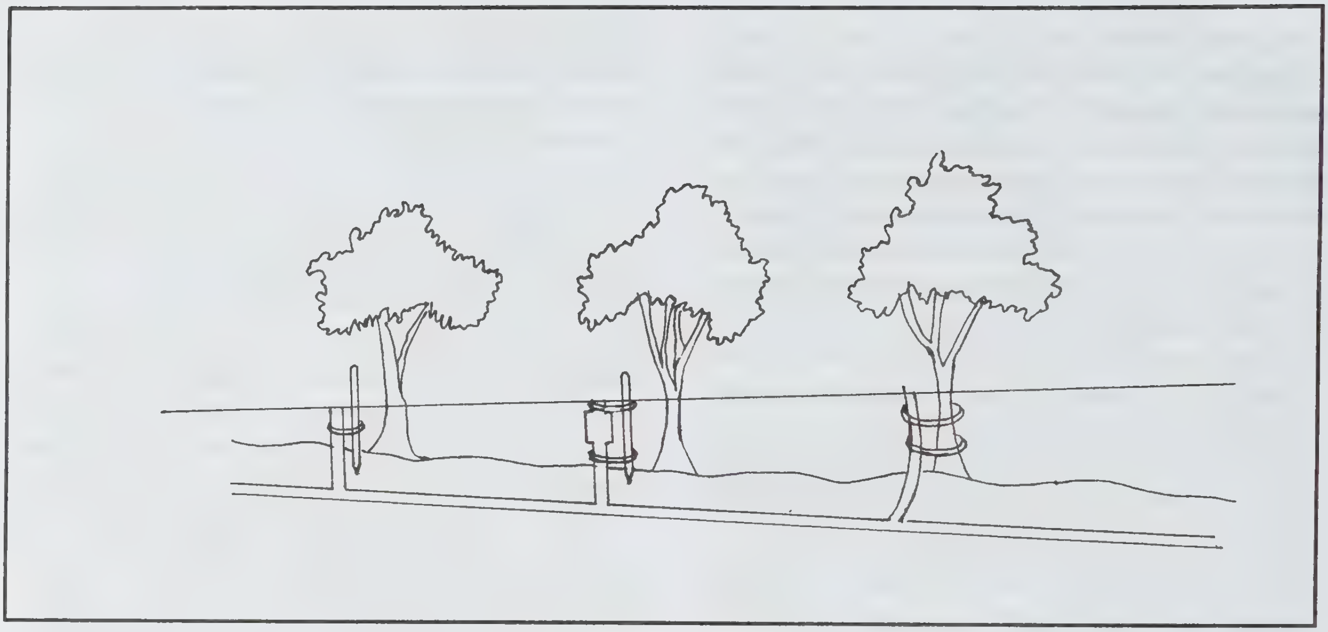
பயிர்களுக்குத் தூவு பாசனம், சொட்டுப் பாசனம் அல்லது தரைக்கீழ்ப் பாசனம் பயன்படும். நீர் இருப்பு, மண்ணின் தன்மை, தட்பவெப்ப இயல், நிலப் பயன் வகை, பயிர் வகை ஆகியவற்றை நுணுக்கமாக ஆராய்ந்து மிகவும் ஏற்ற பாசன முறையைத் தேர்ந்து மேற்கொள்ளுவதே பயன் தரும்.

தூவு பாசனத்தில் (sprinkler irrigation) பாசன நீர், நிலப்பரப்பின் மீது செல்லாது குழாய் மூலம் செலுத்தப்படுவதால் நீர் வீணாவது தவிர்க்கப்படுகிறது. ஆகவே, இதில் பாசன நீர் சிக்கனமாகப் பயன்படுகிறது. ஆனால் இதற்கு முதலீடு மிகுதி. நீர்த் தட்டுப்பாடு மிகுதியாக இருப்பின் மிகுந்த முதலீடு செய்து தூவு பாசனம் செய்திடும் கட்டாயம் ஏற்படுகிறது.

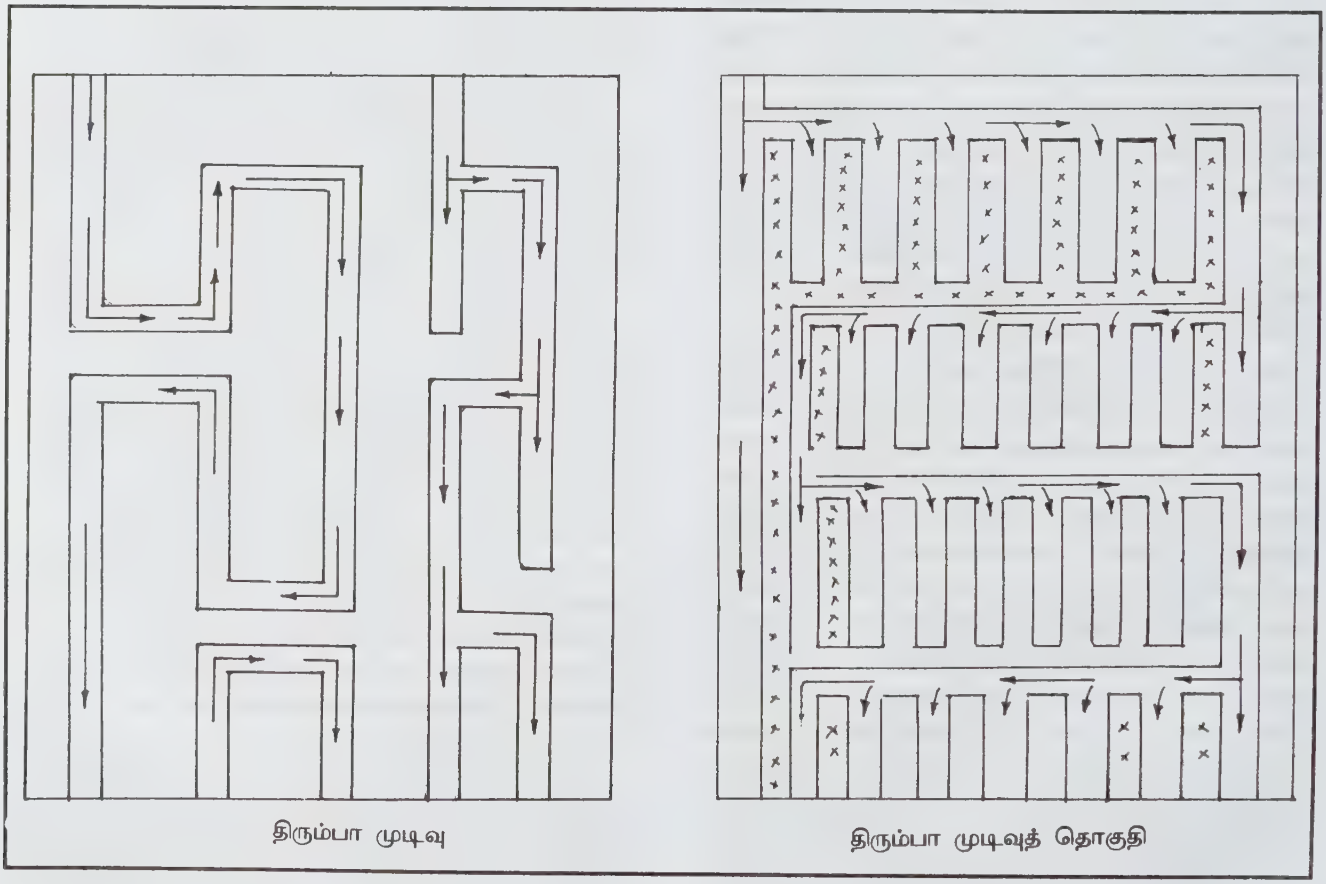
சொட்டுப் பாசனத்திலும் (drip irrigation) பாசன நீர், குழாய் மூலம் செலுத்தப்படுவதால் நீர்ச் சேதம் மிகவும் குறைவு. ஆனால் இம்முறைக்கும் தொடக்கத்தில் மிகுந்த முதலீடு செய்திட வேண்டும். உயர் வருவாய் தரும் பயிர்களை விளைவிக்கும் பண்ணைகளில் சொட்டுப் பாசனம் செய்திடலாம். ஆகவே தூவு பாசனமும் சொட்டுப் பாசனமும் நீரைச் சிக்கனமாகப் பயன்படுத்துவதால் சிறந்துள்ளன.

சிறிது சரிவான நிலத்தில் குறைந்த அழுத்தத்தில் நிறுத்தப்பட்ட குழாய்கள் மூலம் ஓரளவு மாறுபட்ட சொட்டுப் பாசனம் செய்யலாம். இது குமிழிப்பாசனம் எனப்படும். இக்குழாயின் வாய் பெரிதாக இருப்பதால் இது அடைத்துக் கொள்வதில்லை. குழாய் மிகுதியாகவும் நிலம் மேடு பள்ளமாகவும் இருந்தால் நீரோட்ட உயரத்தை அமைப்பது கடினம். சொட்டுப் பாசனத்திற்குப் பயன்படும் நீரின் தன்மைகளைத் துல்லியமாக அறிந்த பின் ஏற்ற நீரைப் பயன்படுத்துவதே சிறப்பாகும்.

களிமண் நிலப்பாசனம். மண்ணில் 40 விழுக்காட்டிற்கும் மிகுதியாகக் களி இருக்குமானால் பாசனம் தனிப்பட்ட முறையில் செய்திடல் வேண்டும். களிமண்ணில் மான்ட்மோரில்லோனைட், இல்லைட், கேயோலினைட் களிகள் இருக்கலாம். இவற்றில்



படம் 1. குமிழிப் பாசனம்



படம் 2, 3

மான்ட்மோரில்லோனைட் களி ஈரமாகும்போது வளைந்து ஒட்டுவதாகவும், வறண்டபோது கடும் கட்டியாகவும், மிகுதியாக நீரை இறுத்துவதாகவும் விளங்குவதால் சிக்கல் மிகுந்தது. களிமண்ணில் ஈரமானபோது காற்றோட்டம் குறைவு.

களி நிலத்தைத் திறந்த கால்வாய் (open drains) மூலம் வடித்திடலாம். காற்றோட்டம் குறைவானால் பயிர்களின் வேர் செல்லும் ஆழம் குறைவாகும். இங்கு ஆழம் குறைவான வேருக்குக் குறைந்த கால இடைவெளியில் அடிக்கடிப் பாசனம் செய்திடல் வேண்டும்.

வறண்ட களிமண்ணில் வெடிப்புகள் அகலமாக இராதபோது நீரால் நனைந்ததும் இவை மறைந்து ஒரே சீரான பரப்பு உண்டாகியதும் நீர் உட்கொள்ளும் அளவு தொடக்கத்தில் ஒரு மணிக்கு 25 செ.மீட்டராக இருந்து மணிக்கு 0.6 செ.மீட்டராகக் குறைந்தது. இது 2 செ.மீ. நீர் உறிஞ்சும்போது உச்ச அளவாக 1/40 பங்காகக் குறைந்தது. சூரியக் கதிர்களுக்கும், காற்றுக்கும் மிகுதியான பரப்பை வெளிக்காட்டுவதால் வெடிக்கும் வெடிப்புகள் இரா நிலையை விட 12-30% மிகுதியாக நீர் ஆவியாகிறது.

களிமண்ணில் பாசனம் செய்யும்போது நீர் உட்செல்லும் (infiltration) விகிதம் பெரிய சிக்கலாகும். ஆழ்ந்து அகன்ற வெடிப்புகள் உள்ளபோது நனைத்தல் எளிது. ஆனால் களிமண் நன்கு வெடிக்காதபோது அல்லது போதிய அளவு வெடித்திடவிடாதபோது, நீர் உட்கொள்ளுதல் மெதுவாக நடைபெறும். நிலப்பரப்பில் நெகிழ்ச்சி அல்லது கரிமப்பொருள் பண்படுத்துதல் ஓரளவு நீர் உட்கொள்வதைக் கூடுதலாக்கும். ஆனால் இது பொதுவாக மிகுதிப்படாது. நீண்டு நெளிந்த வரிசைகள் (serpenting rows), தடைச்சால்கள் (check furrows), மெதுவான தூவு, சொட்டுப் பாசனம் ஆகியன ஈரம் நீடிக்க உதவும் வழிகளாம். வயல் அளவை முறைப்படுத்திப் பாசனச்சால்களை நெளிவு முறையில் கால்வாயாக அமைக்கலாம். நடைபாதைகளின் குறுக்கே சால்களின் திசைக்கு எதிராகக் கால்வாய் அமைத்துப் பல வாய்க்கால்களை இணைத்து நீர் மேலும் கீழும் பாம்பின் வால் போல வளைந்து நெளிந்து செல்வதற்கு ஒப்பாக நீர் பாயும் பரப்பைக் கூடுதலாக்கலாம். இதன் பல பாங்குகளைத் திரும்பாத வளைவு நெளிவு அல்லது பகுதி வளைவு நெளிவு என்றும் வளைந்து சுழிந்த சால்கள் என்றும் கூறுவதுண்டு. நெடிய சால்களில் மிகுதியான நீர் கொள்வதால் நீர் மண்ணுடன் தொட்டுக் கொண்டுள்ள நேரம் கூடுதலாவதால் நீர் உட்கொள்ளும் அளவை மிகுதியாக்கலாம்.

வான் பயிர்த்திட்டம். மழைக் குறைவினால் பயிருக்குக் கிடைக்க வேண்டிய நீர் குறைந்தபோது பயிரின் அடர்த்தியைக் குறைத்தால் பயிர் விளைவு கூடுதலாகும். பயிருக்கு வேண்டிய நீர் கிடைக்கும்போது வேண்டியதை விடக் குறைவான உரமிடலாம். பாசனம் தேவையான பகுதிகளில் தேவைக்குக் குறைவாக நீர் உள்ளபோது மித வறட்சிப்பயிர் (semi dryland farming) முறையுடன் பாசனமும் கலந்த புதிய உத்தி பின்பற்றப்பட்டது. இது பாசன வான் பயிர்த்திட்டம் எனப்படும்.

- கே. ஆர். திருவேங்கடசாமி

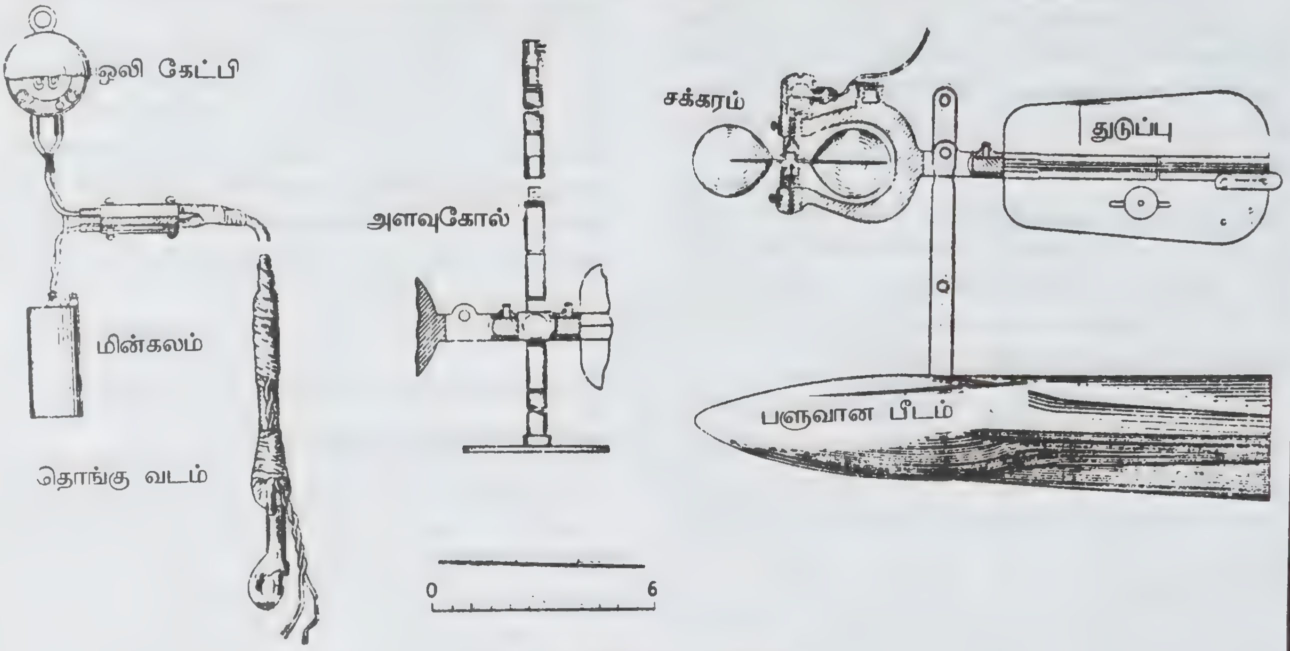
நீர்ப்பாசனத்தை அளவிடுதல்

விவசாயத்திற்கு நீர்ப்பாசனம் மிகவும் இன்றியமையாதது எனினும், அளவிற்கு மேலாகவோ, குறைவாகவோ, நீர்ப்பாசனம் செய்தல் விளைச்சலைப் பாதிக்கும். அளவிற்கு மேல் நீர் பாய்ச்சும்போது, மண்ணிலுள்ள பயிர்களுக்குத் தேவைப்படும் காற்று வெளியேற்றப்படுவதோடு நீர் தேக்கமடைந்து, நிலம் விவசாயத்திற்குப் பயனற்ற சதுப்பு நிலமாகிவிடுகிறது. குறைவாகப் பாய்ச்சப்படும்போது பயிர்கள் வளர்ச்சி குறைந்து வாடும் நிலை ஏற்படுகிறது.

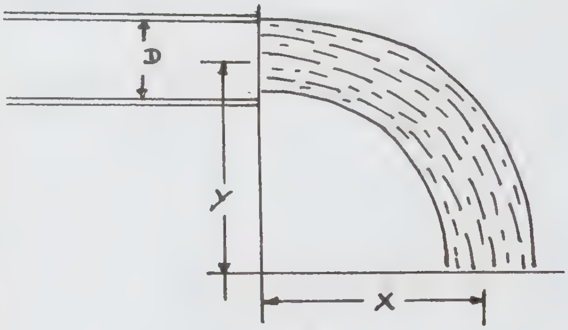
பாசனத்திற்கு விடப்படும் நீரின் அளவை, கனஅடி, ஹெக்டேர், செமீ. கமீ, ஏக்கர், அடி போன்ற அளவைகளில் குறிப்பிடுவர். ஓர் ஏக்கர் அடி என்பது ஓர் ஏக்கர் நிலப்பரப்பின் மீது ஓர் அடி உயரத்திற்கு நிற்கும் நீரின் அளவைக் குறிப்பதாகும். இதே விளக்கம் மற்ற அளவு முறைகளுக்கும் பொருந்தும். ஓடிக்கொண்டிருக்கின்ற நீரின் வீதமும், நேரத்தின் அளவும் தெரிந்தால் மொத்த நீரின் அளவை மேற்கூறிய அளவைகளில் குறிப்பிட முடியும். இம்முறையில் பாசனப் பரப்பும், பாசனக் கால அளவையும் குறிப்பிடப்பட வேண்டும்.

அளவைக் கருவிகளும், முறைகளும். நீர் செல்லும் குறுக்குப் பரப்பின் பரிமாணமும் நீர் செல்லும் வேகமும் தெரிந்தால் இரண்டையும் பெருக்கிப் பாய்ச்சப்படும் நீரின் அளவைக் கணிக்க முடியும். சில குறிப்பிட்ட முறைகளில் மேற்கூறிய இவ்விரு கூறுபாடுகளையும் தனித்தனியே வரையறுக்க வேண்டியிருக்கிறது. மற்றச் சில முறைகளில் இவ்விரண்டு கூறுபாடுகளின் பெருக்கு தொகையை அதாவது நீரின் அளவை நேரடியாகவே கணிக்கமுடியும்.

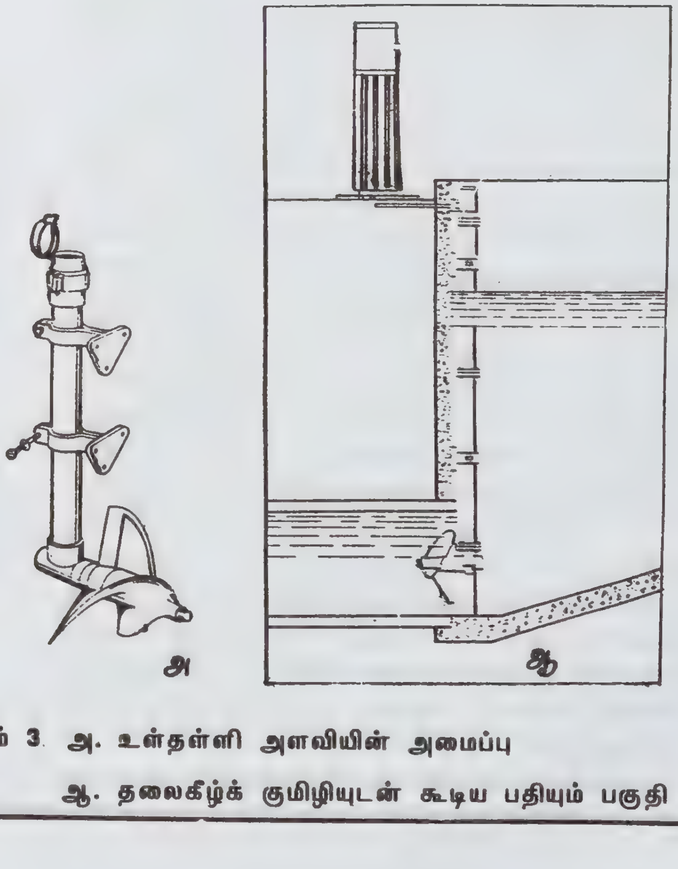
நீர் செல்லும் குறுக்குப்பரபபு வடிவியலுக்கிணைந்து உருவானதாயின் பரப்பளவைத் தகுந்த துணைக் கருவிகளால் அளவிட்டு வரைபடம் வரைந்தோ, தகுந்த வாய்பாடுகளைப் பயன்படுத்தியோ கணக்கிடலாம்.



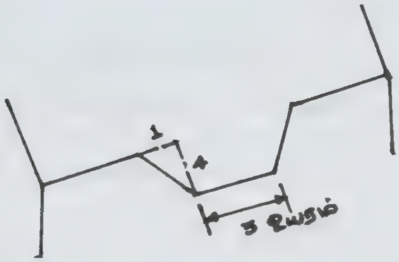
படம் 1. நீரோட்ட அளவி



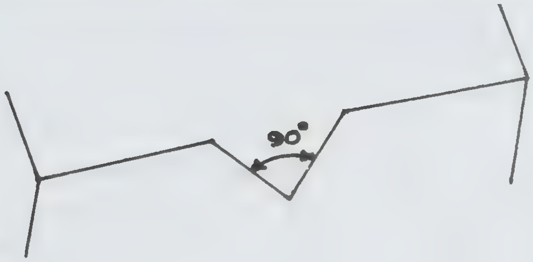
படம் 2.
முழுவதும் நிறைந்து பாயும் குழாயின்
நீரோட்டத்தைத் தொடு
கோட்டு முறையில் அளத்தல்



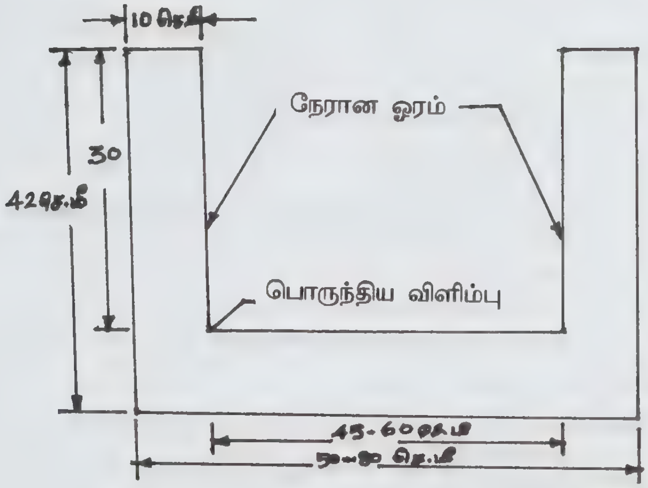
படம் 3. அ. உள்தள்ளி அளவியின் அமைப்பு
ஆ. தலைகீழ்க் குமிழியுடன் கூடிய பதியும் பகுதி



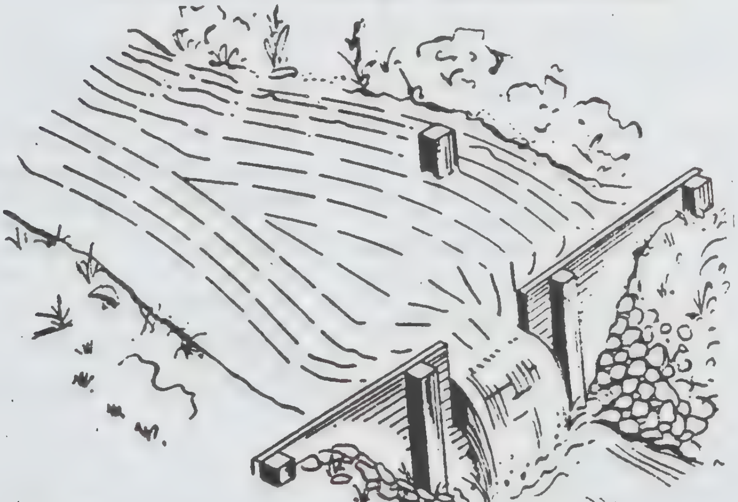
படம் 4. சிபொலெட்டி கலிங்கு



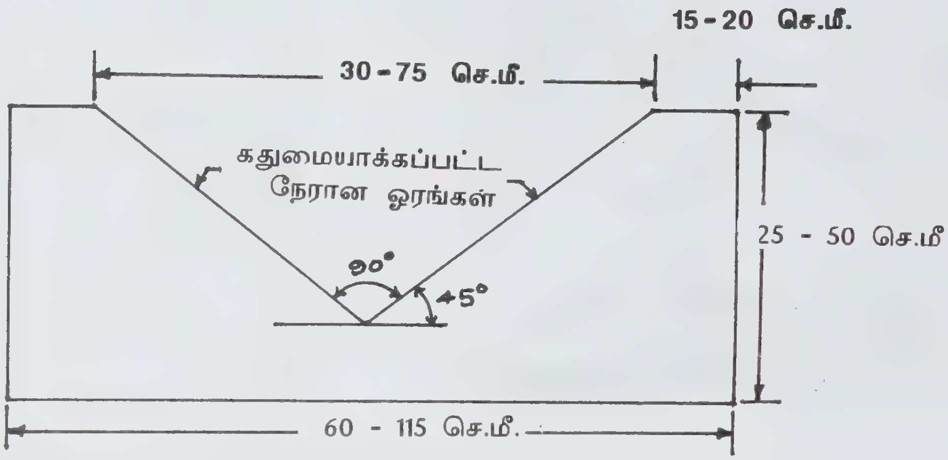
படம் 5. 90° பல்வெட்டுமுகம்



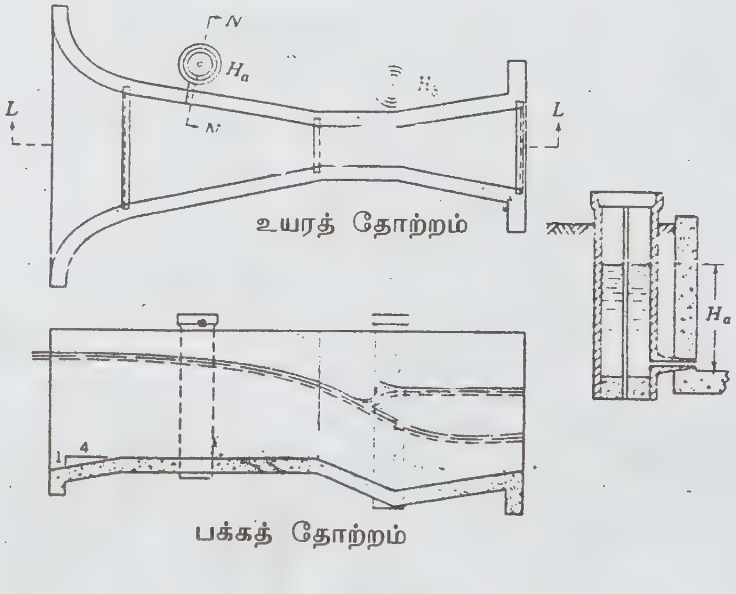
6. பண்ணைகளில் பயனாகும் சதுர வடிவக் கலிங்கு



7. சிறிய நீரோட்டத்தை அளவிடும் சதுரக் கலிங்கு



படம் 8. 90° வெட்டு முகம் - அளவுகளுடன்



படம் 9. பார்ஷன் பாய்முகம்

நீர் செல்லும் வேகம் அல்லது அளவைக் கணக்கிடல். நீரின் வேகத்தைக் கணக்கிடவும், நீரின் வீதத்தை அளக்கவும் பல வழிகள் கையாளப்பட்டு வருகின்றன. மேனிங் வாய்பாடு, மரத்தண்டு மிதத்தல் முறை, உப்புக் கரைத்தல் முறை, நீரோட்ட அளவி, பிடாட் குழாய், வெண்சுரி அளவி, நீர் அளவி, நீர் ஏற்றுங்குழாய், துளை அளவி, குழாய்த் துளை அளவி போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தலாம். இவற்றுள் வெண்சுரி அளவி, நீர் அளவி, நீர் ஏற்றுங்குழாய் முதலியவற்றைக் குழாய் நீரோட்டத்திலும், நீர்வழிப் பாய்ச்சல் நீர்க்கால், நீரோட்ட அளவி முதலியவற்றை வாய்க்காலிலும், மற்றவற்றைக் குழாய், வாய்க்கால் இரண்டிற்கும் பயன்படுத்தலாம்.

மேனிங் வாய்பாடு. மேனிங் என்னும் அயர்லாந்துப் பொறியாளர் 1890இல் இதை உருவாக்கினார். இது ஓடும் நீரின் சராசரி வேகத்தைக் கண்டுபிடிக்க உதவுகிறது. நீரோடைகள் ஒழுங்கான வடிவமைப்பையும் மாறாத படுக்கைச் சரிவையும் பெற்றிருக்கும் இடங்களில் இதைப் பயன்படுத்த முடியும். மேனிங் வாய்பாடு

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \; S^{1/2}$$

என்பதாகும். இதில் V என்பது நீர் வேகத்தை மெட்ரிக் அளவிலும்,

n, நீரோடை மேற்பரப்பில் கரடுமுரட்டுத்தன்மையையும்,

R, நீரோட்ட ஆரத்தையும், S - நீரோடையின் படுக்கைச் சரிவையும் குறிக்கின்றன. நீரோடைகளின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பை அளந்து, ஓடும் நீரின் சராசரி வேகத்தை வாய்பாடுகள் மூலம் கண்டுபிடித்து இரண்டையும் பெருக்கி ஓடும் நீரின் வீதத்தைக் கணக்கிடலாம்.

மிதவை முறை. மரத்துண்டு, தக்கை போன்றவற்றை நீரில் மிதக்க விட்டு நீரின் வேகத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம். ஆற்றங்கரையின் இரண்டு இடங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து அவற்றிற்கு இடையிலுள்ள தொலைவை (l) அளந்து கொள்ள வேண்டும். முதலிடத்திலிருந்து கட்டையை மிதக்கவிட்டு இரண்டாம் இடத்தை வந்தடைந்ததும், நிறுத்துங் கடிகாரத்தின் மூலம் மிதவை எடுத்துக் கொண்ட நேரத்தைக் (t) குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். பிறகு ஓடும் நீரின் வேகத்தை

$$V = \frac{l}{t}$$

என்று கணக்கிடலாம். சில நேரங்களில் நீர்ப்பரப்பின் மீது காற்று வீசும்போது மேல்மட்ட நீரின் வேகம் கீழ்மட்ட நீரின் வேகத்தைவிட மிகுதியாக இருக்கும். ஆகவே. மிதவையின் வேகம், சராசரி நீரின் வேகத்தைவிட மாறுபட்டு, சரியான நீர் அளவு வீதத்தைத் தராது. இம்முறையைச் செம்மையிட, மிதக்கும் தடியின் அடியில் கனத்தைத் தொங்கவிட்டு, தடியின் கீழ்ப்பகுதியை நீருக்குள் அழுத்தி, நீரோடு ஓடச்செய்யலாம்.

உப்புக் கரைத்தல் முறை. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு உப்பை அதிகளவு நீரில் கரைக்கும்போது உப்பின் அடர்த்தி குறையும் என்னும் கருத்தின் அடிப்படையில் வாய்க்கால்களிலோ, ஆறுகளிலோ ஓடும் நீரின் அளவைக் கணிக்க முடியும். இதற்கு Q'QW = qw என்னும் வாய்பாட்டைப் பயன்படுத்தலாம். இதில் Q' ஆற்றில் ஓடும் கணிக்கவேண்டிய நீரின் வீதம், q ஆற்றில் கலக்கப்பட்ட உப்புக் கரைசலின் வீதம், W ஒரு கன அளவை உப்பின் எடை, ω உப்புக் கரைசலின் ஒரு கன அளவு உப்பின் எடை. இம்முறையில் வாய்க்காலில் குறுக்குப் பரப்பளவையோ ஓடும் நீரின் வேகத்தையோ தனித்தனியே அளக்க வேண்டியதில்லை. எனவே ஒழுங்கற்ற குறுக்கு வடிவுடைய ஆறுகளில் கொந்தளிப்புடன் நீர் ஓடும்போது இம்முறையைச் சிறப்பாகப் பயன்படுத்தலாம்.

நீரோட்ட அளவி. இது நீரின் ஓடும் வேகத்தை அளக்கப் பயன்படுகிறது. இதன் முக்கிய உறுப்புகள், மட்டத்தளத்தில் அமைந்திருக்கும் அச்சையும் அதனைச் சுற்றி உயர் தளத்தில் சுற்றக்கூடிய கிண்ணங்களையும் அடக்கியிருக்கும். ஓடும் நீரோட்டத்தால் கிண்ணங்கள் சுற்றப்படுகின்றன. ஓடும் நீரின் வேகம் அதிகரிக்கும்போது கிண்ணங்களின் சுற்றோட்டமும் அதிகரிக்கும். இக்கிண்ணங்கள் ஒவ்வொரு சுற்றையும் முடிக்கும்போது, மின்சாரத் தொடர்பு முற்றுப்பெற்று 'டிக்' என்னும் ஒலி எழும். ஒரு நிமிடத்தில் கேட்கப்படும் ஒலியின் எண்ணிக்கையைக் கொண்டு ஓடும் நீரின் வேகத்தைக் கணக்கிடலாம். நீரின் வேகத்தையும் ஒலியின் எண்ணிக்கையையும் தொடர்புபடுத்தும் அட்டவணை கருவித் தயாரிப்பாளர்களால் அனுப்பப்பட்டிருக்கும்.

இக்கருவியைப் பயன்படுத்த, கிண்ணங்களை நீர் ஓடிவரும் திசையை நோக்கி அமையச் செய்ய வேண்டும். வாய்க்கால்கள் அதிக அகலத்தைத் கொண்டிருக்குமானால், படகிலிருந்து இக்கருவியை நீருக்குள் தொங்கவிட வேண்டும். குறுகிய ஆறுகளின் கரைகளுக்கிடையே பலகைகளால் தளத்தை அமைத்து, அதன் மேலிருந்தவாறு இக்கருவியைச் செங்குத்தாக ஆடாமல் பிடிக்க, கனக்கல்லைக் கருவியோடு இணைப்பது வழக்கம். நீரில் இரண்டு வெவ்வேறு ஆழத்திலும் இக்கருவியை இறக்கி இரண்டு வேகங்களையும் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். இரண்டிற்கும் சராசரி வேகம், நீரின் சராசரி வேகத்தைக்

குறிப்பதாக வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. ஆற்றின் இப்பகுதியில் நீர் செல்லும் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பை, வரைபடங்களைக் கொண்டோ அளந்தோ கண்டுபிடிக்க வேண்டும். பிறகு இக்குறுக்குவெட்டுப் பரப்பையும் நீரின் சராசரி வேகத்தையும் பெருக்கினால் கிடைப்பது ஓடும் நீரின் வீதமாகும்.

பிடாட் குழாய். இது 'ட' போன்ற வடிவம் பெற்று ஒரு குட்டையான உறுப்பையும், ஒரு நீண்ட உறுப்பையும் கொண்டுள்ளது. இரட்டை உறுப்புகளில் நுனியின் உள் குழாயில் ஒரு துளையும் வெளிக்குழாயில் பக்கவாட்டில் ஒரு துளையும் உள்ளன. குழாய்க்குள் குட்டை உறுப்பை நீரோடும் திசையை நோக்கிப் பொருத்த வேண்டும். நீண்ட உறுப்பில், உள் குழாயையும் வெளிக்குழாயையும் அழுத்த அளவியான மானோமீட்டரின் (manometer) உறுப்புகளோடு இணைக்க வேண்டும். மானோமீட்டர் என்பது ஓட்ட அழுத்த உயரத்தை அளக்கப் பயன்படும் ஒரு கருவியாகும். இது இரண்டு கண்ணாடிக் குழாய்களாலான பிறை போன்ற வடிவம் பெற்றிருக்கும். இதில் பாதரசம் ஊற்றப்பெற்றிருக்கும். இரட்டைக் குழாய்களாலான பிடாட் குழாய், குழாயின் நீரோட்டத்தை அளக்கப் பயன்படுகிறது.

உள்குழாயில் ஓட்ட ஆற்றலும் அழுத்தமும் சேர்கின்றன. வெளிக்குழாயில் அழுத்தம் மட்டும் தங்கும். இவ்விதம் வேறுபட்ட ஆற்றலினால் மானோமீட்டரின் இரண்டு உறுப்புகளில் பாரத்தின் உயரம் (h) வேறுபடுகிறது. இது ஓட்ட ஆற்றலின் அளவைக் குறிப்பதாகும். இதிலிருந்து ஓடும் நீரின் வேகம்

$$V = C_v \ (\sqrt{25.2\ gh}$$

எனப் பெறப்படுகிறது. இவ்வாய்பாட்டில் C_v என்பது வேக குணகத்தைக் குறிக்கிறது. இதன் மதிப்பு 0.85 -0.95.

ஒத்த குழாயாலான பிடாட் குழாய் திறந்த வாய்க்காவில் ஓடும் நீரின் வேகத்தைக் கண்டுபிடிக்க உதவுகிறது. குழாயில் ஏறியிருக்கும் நீரின் உயரத்தைக் கொண்டு (h) நீரின் வேகத்தை

$$V = C_v \ (\sqrt{2\ gh}$$

என்று கணக்கிடலாம்.

வெண்சுரி அளவி. குழாய்களில் ஓடும் நீரை அளக்க இதனைப் பயன்படுத்தலாம். இது குறுகும் குழாய்ப் பகுதி, விரியும் குழாய்ப் பகுதி ஆகியவற்றைக் கொண்டது. இவை இரண்டும் சந்திக்கும் பகுதி, தொண்டைப் பகுதியாகும். குறுகும் பகுதியின் தொடக்கத்திலும், தொண்டைப்பகுதியிலும், துளைகள் காணப்படுகின்றன. இரண்டு பகுதிகளும் நீர் அழுத்தத்தைக் கணக்கிடும் மானோமீட்டர் கருவியுடன் இணைக்கப்படுகின்றன. குழாயின் இயல்பான பகுதியின் குறுக்குப் பரப்பு மிகுந்துள்ளமையால் ஓடும் நீரின் வேகம் இவ்விடத்தில் குறைந்தும், தொண்டைப் பகுதியின் குறுக்குப் பரப்பு குறைவாக உள்ளமையால் அப்பகுதியில் நீரின் வேகம் மிகுந்தும் இருக்கும். ஆனால் அழுத்தம் இதற்கு முற்றிலும் மாறுபட்டிருக்கும். மானோமீட்டரில் காட்டப்படும் அழுத்த வேறுபாட்டைக் கண்டுபிடித்து, கீழ்க்காணும் வாய்பாட்டைப் பயன்படுத்தி ஓடும் நீரின் வீதத்தைக் கணக்கிட முடியும்.

$$Q = \frac{a_1 a_2 \ \sqrt{2gh}}{\sqrt{a_1^2 - a_2^2}}$$

இதில்

a_1 - இயல்பான பகுதியின் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு

a_2 - தொண்டைப்பகுதியின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பு

h - நீர் அழுத்த வேறுபாட்டு உயரம்

நீர் அளவியல். இக்கருவிகள், நீர் செல்லும் குழாய்களில் நீர் அளவைக்காகப் பொருத்தப்படுகின்றன. வெண்சுரி நீரளவைக் கருவி, டெக்கான் நீரளவைக் கருவி, கென்னடி நீரளவைக் கருவி ஆகிய மூவகை நீரளவைக் கருவிகள் பெரிதும் நடைமுறையில் உள்ளன.

வெண்சுரி நீரளவைக் கருவியில் நீரின் அழுத்தத்தைப் பயன்படுத்தி நீரின் வீதம் கணக்கிடப்படுகிறது. டெக்கான் நீரளவைக் கருவியில் ஓடும் நீரின் அளவு அதிகரிக்கும்போது, பொருத்தப்பட்டிருக்கும் கூம்பும் அதிக ஆழத்தில் நகர்த்தப்படுகிறது. கூம்பு நகரும் ஆழத்தையொட்டி நீரின் அளவைக் கணக்கிடலாம்.

நீர் ஏற்று குழாய். இறைப்பான்களிலிருந்து வரும் நீரை இம்முறையில் எளிதாக அளக்கலாம். நீர் எடுத்துச் செல்லும் குழாயின் முடிவை மேல் நோக்கி அமைத்து நீர்ப்பீலியின் உயரத்தை, குழாயின் முடிவிலிருந்து அளக்க வேண்டும். குழாயில் செல்லும் நீரின் வேகம் மிகுந்திருந்தால் நீர்ப்பீலியின் உயரமும் மிகுந்திருக்கும். குழாயின் விட்டத்தையும், நீர்ப்பீலியின் உயரத்தையும் கொண்டு ஓடும் நீரின் அளவைக் கணக்கிடலாம். இதற்கு $Q = 5.01\ d^{1.99}\ h^{0.53}$ என்னும் வாய்பாடு பயன்படுகிறது. இதில் d குழாயின் விட்டம் (அடி h), நீர்ப்பீலியின் உயரம் (அடி), நீரின் வீதம் (Q) கேலன் / நிமிடம்).

நீர் செல்லும் குழாயின் முடிவு நில மட்டத்திற்கு இணையாக இருந்தால் குழாயிலிருந்து வெளிவரும் நீர் நிலத்தை நோக்கி வளைவு பாதையில் விழுவதைக்

காணலாம். குழாயின் முடிவிலிருந்து நீர்ப் பாதையின் ஏதாவது ஒரு புள்ளியில் சமமட்ட தொலைவையும் (x) குத்துயரத்தையும் (g) அளவு கோலால் கணக்கிட்டு நீரின் வீதத்தை அறுதியிடலாம். இதற்கு

$$Q = C_d \cdot a \times \sqrt{g/2y}$$

என்னும் வாய்பாடு பயனாகிறது.

இதில் (c_d) நீர் ஓட்டக் குணகம்; Q= நீர்ப்பீலியின் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு.

துளையளவி. இது குறைந்த நீர் வீதத்தை அளக்கவே பயன்படுகிறது. ஒரு தொட்டியின் அடியில் ஒழுங்கான துளை ஒன்று வட்ட வடிவத்திலோ, சதுர வடிவத்திலோ பொருத்தப்பட்டிருக்கும். தொட்டியின் வாயில் பொருத்தப்பட்ட குழாய் வழியாக நீர் செலுத்தப்படும். தொட்டிக்குள் நீர் உயர்ந்து மாறாத நிலையை அடைந்ததும், துளையின் நடுவிலிருந்து தொட்டியிலுள்ள நீரின் உயரத்தை அளக்க வேண்டும். இந்நிலையில் குழாயின் வழியாகச் செல்லும் நீர் வீதத்தைக் கீழ்க்காணுமாறு கணக்கிடலாம். துளையின் பரப்பு (a) எனக் கொண்டால், நீரின் வீதம்

$$Q = C_d \cdot a \sqrt{2gh}$$

இக்கணக்கில் Cd என்பது செயல்முறையால் தீர்மானிக்கப்பட்ட குணகமாகும். இதன் மதிப்பு சாதாரணமாக 0.65. g என்பது புவிஈர்ப்பு விசையைக் குறிப்பதாகும். இதன் மதிப்பு 981 செமீ. / நொடி^{2}.

குழாயில் செல்லும் நீரின் வீதம் மேலும் மிகுதியாக இருந்தால் வாயிலை மேலும் சற்று மிகுதியாகத் திறந்து அதன் அளவைக் கணக்கிடலாம். இம்முறையில் துளையின் வழியாக வெளிவரும் நீர் மட்டம் துளையின் அளவுக்கு உயர்ந்து வெளிவரும் நீரைப் பாதிக்கக்கூடாது. எனினும் தொட்டிக்கு வெளியில் நீர் மட்டம் உயர்ந்து துளைக்கு மேல் வரும்போது

$$Q = C_d \cdot a \sqrt{2g\,(H-b)}$$

என்னும் வாய்பாட்டைப் பயன்படுத்தலாம். இதில் H என்பது தொட்டிக்கு வெளியில் (துளை நடுவிலிருந்து) நிற்கும் நீரின் உயரத்தைக் குறிக்கிறது.

குழாய்த் துளையளவி. இக்கருவியில் தொட்டியின் அடியில் துளைக்குப் பதிலாக 2 செ.மீ. நீளம், 1 செ.மீ. விட்டமுள்ள குழாய்த்துண்டு பொருத்தப்பட்டிருக்கும். நீரை அளக்கப் பயன்படுத்தப்படும் முறை துளை அளவியைப் போன்றதேயாகும். இம்முறையில் குணகத்தின் மதிப்பு (Cd) = 0.80 எனக் கொள்ளலாம்.

நீர் வழி (நீர்க்கலிங்கு). இது நீர் செல்லும் திறந்த வாய்க்கால்களின் நடுவில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். நீர் இதன் வழியாகவே அடுத்தபக்கம் வர முடியும். பெரிய வாய்க்காலில் இதைச் சிமெண்டில் கட்டியிருப்பர். சிறிய வாய்க்காலானால் தகரத்திலோ, மரத்திலோ செய்து பொருத்தப்படுகிறது. நீர் வழி, அதன் உருவத்தைப் பொறுத்துப் பல வகைப்படும். நீண்ட சதுர நீர் வழி, முக்கோண நீர் வழி, நாற்கோண நீர் வழி என்பன குறிப்பிடத் தகுந்தவையாகும்.

நீர் வழியை அதன் அடிமட்டத்தின் தன்மையைப் பொறுத்துக் கூர்மையான உச்சி கொண்ட நீர் வழி, அகன்ற உச்சி கொண்ட நீர் வழி எனவும் பிரிக்கலாம். மேலும் குறுகலுற்ற நீர் வழி எனவும், குறுகலற்ற நீர் வழி எனவும் பாகுபாடு செய்யலாம். நீர் வழியின் முகடு, கீழ்ப்புறமுள்ள நீர் மட்டத்திற்குக் கீழே பொருத்தப்பட்டு உள்ளமையால் அது மூழ்கிய நீர்வழி எனப்படுகிறது. பொதுவாக, நீர் வழி மூழ்குவதைத் தவிர்ப்பது மிகவும் நல்லது. ஏனெனில், மூழ்கிய நீர்வழியை, நீர் ஓட்ட அளவைக்குப் பயன்படுத்துவது கடினம். இதற்குரிய வாய்பாடும் கணிப்பதற்குச் சிக்கலானது.

நீர் வழியைச் சரியாக வாய்க்கால்களில் பொருத்தினால் நீரின் அளவை நுணுக்கமாக அறிந்து கொள்ளலாம். இதைப் பொருத்தும்போது கீழ்க்காணும் குறிப்புகளைப் பின்பற்ற வேண்டும்.

வாய்க்கால், நீர் வழி பொருத்தப்படும் இடத்தில் நேராக அமைந்திருத்தல் வேண்டும். நீர் வழியின் கட்டமைப்பு, நீர் வழிக்குச் செங்குத்தாக இருத்தல் வேண்டும். அணை முகப்பு நேராக இருக்க வேண்டும். நீர் வழி அமைக்கப்பட்டிருக்கும் இடத்திற்கு மேலே நீர் தட்டுப்பாடின்றி ஓடுதல் வேண்டும். முகடு சமமாக இருக்க வேண்டும்.

நீர்வழி பொருத்தப்படும் இடம் நீளமாவும், ஆழமாகவும் இருத்தல் நலம். இதனால் நீர் வரும் வேகத்தால் அதன் உயரத்தைச் சரியாக கணக்கிட முடியும். முகட்டின் உயரம் நீரின் மேற்புறத் தரைமட்டத்திலிருந்து குறைந்தது முகட்டில் செல்லும் நீரின் உயரத்தைப் போல் மும்மடங்கு இருத்தல் நலம். முகட்டின் நீளம் எப்போதும் நீர் அதன் ஊடே செல்லும்போது குறைந்தது 5 மி.லி. அளவில் இருக்கும்படிப் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். அதிகமாகப் போகும்போது முகட்டின் நீளத்தில் 1/3 பகுதிக்கு மேல் இருக்கக்கூடாது.

நீர்வழியின் உயரம் நீர் அதன் வழியே வழிந்தோடும்போது நன்றாகக் காற்று உள்ளே புகுந்து எளிதாக விழக்கூடியதாக இருத்தல் வேண்டும். அளவு எடுக்கும்போது நீர்வழியிலிருந்து குறைந்தது நான்கு மடங்கு தொலைவில் ஓடும் நீரைக் →

கணக்கெடுக்க வேண்டும். நீர்வழியின் பக்கத்தில், நீர் கீழ்நோக்கிச் சரிந்து ஓடுவதால் அதன் உயரம் குறைந்து சரியான அளவைக் கொடுக்காது.

நீர் வழியின் மூலம் ஓடும் நீரின் வீதத்தைக் கணக்கிட

$$Q= K\,Cd.\,h^n$$

என்னும் பொதுவான அடிப்படைச் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தலாம். இந்தச் சமன்பாட்டில் ஓடும் நீரின் வீதம் (கன செ.மீ. அல்லது ச.மீ./நொடி)

K - மாறிலி,

Cd - நீர் அளவைக் குணகம்,

h - நீர் வழியில் நீரின் உயரம்.

- ஏ. எஸ். எஸ். சேகர்

நீர்ப்பாசன முறைகள்

பயிர் வகைகளைச் சாகுபடி செய்யும்போது உரிய பயனைக் காண அவற்றிற்கு உரிய காலங்களில் அவ்வப்போது வேண்டிய அளவில் நீர் கிடைக்கும்படிச் செய்வதை நீர்ப்பாசனம் (irrigation) எனலாம். பாசன முறைகளைப் பொதுவாக ஆற்றுப்பாசனம், ஏரிப்பாசனம், கிணற்றுப்பாசனம் என மூவகையாகப் பிரிக்கலாம்.

கார் காலத்தில் பெய்யும் அடை மழையினால், ஆறுகளும் சிற்றோடைகளும் நீர்பெருகி ஓடுகின்றன. இந்தியாவில் தென்மேற்குப் பருவக் காற்றினால் ஆனி, ஆடி, ஆவணி மாதங்களிலும், வடகிழக்குப் பருவக்காற்றினால் ஐப்பசி, கார்த்திகை மாதங்களிலும் பொதுவாகக் கனத்த மழை அவ்வப்போது பெய்யினும் கோடையில் ஆங்காங்கே சிறிதளவு மேகமூட்டம் தோன்றிச் சிறிது மழை பெய்யும். இதனால் பல ஆறுகளில் ஊற்றுப் பெருகி ஆண்டில் ஏறக்குறைய ஐந்து, ஆறு மாதங்களில் நீர் ஓடிக்கொண்டிருக்கும். அந்த ஆறுகளிலும் குறுக்கே அணைக்கட்டுகளைக் கட்டி, பாயும் நீர்மட்டத்தை ஏற்றி, கால்வாய் அமைப்புகளையும் கட்டி அவற்றின் மூலமாக நேரடியாக நிலங்களுக்குப் பாசனம் செய்வதை ஆற்றுநீர்ப் பாசனம் என்பர். இத்தகைய பாசனம் ஒரு போகத்திற்கு வேண்டியபடி ஏறத்தாழ 4½ மாதம் வரையிலானது. ஆற்றில் நீர்வரத்து உள்ள இடங்களில் அமையும் இதை நேரடிக் கால்வாய்ப் பாசனம் என்பர்.

சில ஆறுகளில் ஒரு போகத்திற்கான நீரை அன்றாடம் தடையின்றிப் பெற இயலாதபோது அணைக்கட்டுகளால் நீர் மட்டத்தை உயர்த்தி ஊற்றுக் கால்வாய் மூலம் பாயச் செய்து பல ஏரிகளையும், குளங்களையும் நிரப்பி அதிலிருந்து பாசனம் அமைப்பர். இதுவும் ஆற்றுப் பாசனமேயாயினும் நேரடிக் கால்வாயின்றித் தேக்கங்களின் மூலம் தரப்படும் பாசனமாகும்.

ஆற்றின் குறுக்கே ஆற்றுப்படுகையிலேயே பெரிய அணைகளைக் கட்டி நீர்த்தேக்கங்கள் அமைத்தும், அணைக்கட்டுகளைக் கட்டியும் நீர்த் தேக்கங்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இந்நீர்த்தேக்கங்கள் நிரம்பியதும் மேலும் பெருகும் நீர் வழிந்தோடுமாறு திறந்த அமைப்புகளும் அமைக்கப்படுகின்றன. அணைகளில் மதகுகளைப் பொருத்தி நீரை வெளிப்படுத்திப் பாசன கால்வாய்களின் மூலம் பாசனம் தரப்படுகிறது. இதை நீர்த்தேக்கப் பாசனம் (storage irrigation) எனலாம். நீர்த்தேக்கத்தின் கொள்ளளவைப் பொறுத்தும், அந்த இடத்தில் எதிர்பார்க்கக்கூடிய நீர் வரத்தைப் பொறுத்தும் கண்மாயின் அடித்தள மட்டத்தைப் பொறுத்தும், சாகுபடி செய்ய உள்ள பயிரைப் பொறுத்தும் அதில் பெறக்கூடிய பாசன நிலத்தின் பரப்பு முடிவெடுக்கப்படுகிறது. மேலும் இவ்வணைகளில் ஆற்றின் போக்கிலேயே பழையபடியே வேண்டியவாறு நீரைக் கடத்த ஆற்று மதகுகளும் அமைக்கப்படுகின்றன. ஆற்றிலோ, ஓடையிலோ குறுக்கே அடைத்துப் புதுப்பயன்களுக்கு நீரைத் தேக்குமுன் அந்த ஆற்றுப்படுகையில் முன்னரே பயன்பெற்று வந்த மக்களின் தேவைகளை எவ்வகையிலும் பாதிக்காதவாறு ஆற்று மதகுகளும் அமைக்கப்படுகின்றன.

ஏரிப்பாசனம் என்பது மழையை அடிப்படையாகக் கொண்டது. புவியின் ஏற்றத்தாழ்வுகளைப் பொறுத்து ஆங்காங்கே சிறு கரைகளை அமைத்து ஏற்படுத்தப்பட்ட பல ஏரிகள் தொன்றுதொட்டுப் பயனளித்து வருகின்றன. மழை நீர் வடிந்து ஏரிகள் நிரம்பி வழியுமிடத்து நீர் அதிலிருந்து கீழ்நோக்கி ஓடி அடுத்த தாழ் மட்டத்தில் ஏரி இருப்பின் அதையும் நிரப்புகிறது. இவ்வாறு படிப்படியாக மழைக்காலத்தில் பல ஏரிகளிலிருந்து நீர் நிரம்புமிடத்து அவற்றைத் தொடர் ஏரிகள் (chain of tanks) என்பர். ஒவ்வோர் ஏரியிலும் ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட மதகுகள் உண்டு. இவற்றின் மூலம் வெளிப்படுத்தப்படும் நீர், பாசனக் கால்வாய் அமைப்புகளில் பாய்ந்து நிலங்களுக்குப் பாசனம் தரும்.

மேலும் ஏரிக்குள் நீர் வரத்து, அந்த ஏரியின் நீர்ப்பிடிப்புப் பரப்பில் (catchment area) பெய்யும் மழையைப் பொறுத்தது. குறைந்த கால அளவில் கனத்த மழை பெய்யலாம். அப்போது நீர்வரத்து கூடும். பெய்யும் மழையின் பெரும் பகுதி புவியிலேயே ஊடுருவிச் சென்று ஏரியின் நீர் வரத்து குறையும்;

மேலும் நீர்ப்பிடிப்புப் பரப்பின் அமைப்பில் சாய்வு மிகுந்தாலும் மணற்பாங்குப் பகுதியாக இருந்தால் நிலம் நீரை உறிஞ்சும். அப்போது ஏரியில் நீர் வரத்து குறையும். மேலும் சில ஆண்டுகளில் மழை நீர் பொழிவு குறைந்தால் அவ்வாண்டுகளில் நீர் வரத்து மிகவும் பாதிக்கப்படும்.

கிணற்றுப்பாசனம் என்பது பெரும்பாலும் உடைமையாளர்கள் நிலப்பாசனம் பெறத் தாங்களே முயன்று ஏற்பாடு செய்து கொள்வதாகும். நிலத்தடி நீரை மேற்கொணர்ந்து பாசனம் செய்யப் பல வழிமுறைகள் உண்டு. ஏற்றம், கபிலை போன்றவை இன்றும் சில இடங்களில் உண்டெனினும் பெரும்பாலும் மின்சார இறைப்பிகளையே பயன்படுத்துகின்றனர். இறைப்பி எந்திரத்தின் திறனுக்கேற்ப நிலத்தடி நீரின் பயனும் அதிகரிக்கிறது.

பெய்யும் மழையே நிலத்தடி நீருக்கும் அடிப்படை, நிலத்தின் தன்மைக்கேற்ப மழை நீர் ஊறி ஊடுருவிப் புவி ஈர்ப்பு விசையினால் கீழ் நோக்கிச் சென்று நிலத்தன்மையால் பல இடங்களில் தேங்கியும் காணப்படும். பாறை நிறைந்த இடங்களிலும் நல்ல களிப்பாங்கான இடங்களிலும் நிலத்தடி நீர் அரிதாகவே காணப்படும். காரணம் களிமண்ணில் நீர் எளிதில் ஊடுருவிச் செல்ல இயலாது. மணற்பாங்கான இடங்களில் நிலத்தடி நீர் பெருகி இருக்கும். மண்ணின் தன்மை இடத்திற்கு இடம் மாறுபடுவதால் நிலத்தடி நீரின் இருப்பிடத்தையும் அதன் தன்மைகளையும் கண்டறிவது கடினம். கிணற்றைத் தோண்டியபின் சில கிணறுகளில் வற்றாத நீரும் சில இடங்களில் மிகக் குறைந்த நீரும் கிடைப்பதற்கு இதுவே காரணமாகும். மேலும் நிலத்தடி நீர் பெருக மழையின் அளவு மட்டுமன்றிப் பெய்யும் தன்மையும் முக்கிய காரணமாக அமையும். குறுகிய கால கனத்த மழையைவிடத் தொடர்ந்து நின்று பெய்யும் மிதமான மழையினால் நிலத்தடி நீர் கூடுதலாகச் சேரும். மழைக்காலத்தில் நிலத்தடி நீர் மட்டம் உயர்ந்து இருப்பினும் தேவையின் அதிகரிப்பினால் நீர் மட்டம் தாழ்ந்து வற்றும் நிலைக்கு வந்துவிடும். எனவே மழையால் கூடும் நீரை விட அதன் பயன் அதிகரிக்காது காக்க வேண்டும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட படுகையில் கிடைக்கும் நீரை வற்றவிடாமல் அளவுடன் பயன்படுத்தத் தேவையான கிணறுகளை மட்டுமே தோண்ட வேண்டும். தேவைக்கு மேல் கிணறுகளைத் தோண்டினால் முன்னரே பயன்பாட்டிலுள்ள கிணறுகளின் பலன் குறையும். மேலும் சில கிணறுகளை மட்டும் ஆழப்படுத்துவதாலும் ஒரு கிணற்றுக்கு மிக அருகில் மற்றொரு கிணறு தோண்டுவதாலும் பாதிக்கப்பட்டு அவற்றின் பலன் குறையும். தற்போதுள்ள தொழில் நுட்ப அறிவியல் வளர்ச்சியினால் ஒரு குறிப்பிட்ட படுகையில் ஆண்டுதோறும் எவ்வளவு நிலத்தடி நீர் பெறலாம். அதற்காக எத்தனைக் கிணறுகள் தோண்டலாம். தோண்டுமிடத்து ஒன்றை மற்றொன்று பாதிக்காமல் இருக்க எத்தனை இடைவெளி வேண்டும் என்பவை ஓரளவிற்குக் கணிக்கப்படுகின்றன.

பயிர் வகைகளின் தன்மைக்கேற்பச் சாகுபடி செய்யத் தேவைப்படும் நீரின் அளவு மாறுபடுகிறது. மண்ணின் தன்மைக்கும் அங்கு நிலவும் தட்பவெப்பநிலைக்கும் பயிருக்குத் தேவைப்படும் நீரின் அளவுக்கும் மிக்க தொடர்புண்டு. பயிருக்குத் தேவையான நீர் என்பது பயிர் அதன் பல பகுதிகள் வளர எடுத்துக் கொள்ளும் இன்றியமையா நீர், அதன் இலைகளின் வழியாகச் சூரிய வெப்பத்திற்கேற்ப ஆவியாகிக் கொண்டே இருக்கும் நீர், அதைச் சுற்றி நிலப்பரப்பிலிருந்து ஆவியாகும் நீர் அனைத்தையும் சேர்த்த அளவாகும். இந்த அளவு நீரை எப்போதும் குறைவுபடாமல் தேவைக்கேற்பப் பயிருக்குக் கிடைக்கச் செய்தால் அதை முழுமையானப் பாசனம் எனலாம். இதில் பயிர் வளர்ச்சிக் காலத்தில் தேவைப்பட்டபோது, நீர் கிடைக்காமலோ கிடைத்தும் போதாமலோ பாசனம் செய்தால் பயிர் முழு வளர்ச்சியடையாது. உயர் விளைச்சலையும் தராது. இத்தகு நீர்த்தேவை பெய்யும் மழையினால் ஓரளவு நிறைவு செய்யப்படினும் கூடுதலாகத் தேவைப்படும் நீரைப் பெறவேண்டும்.

எந்தப் பயிருக்கும் அதன் தேவைக்கேற்ப உரிய காலத்தில் முறையாக நீர் கிடைக்கச் செய்வது பாசனத்தின் அடிப்படை நெறியாகும். ஒவ்வொரு பயிரின் நீர்த்தேவையையும் வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகங்களிலும் ஆராய்ச்சிக் கூடங்களிலும் கணக்கிடுகின்றனர். இதன் அடிப்படையில் பயிர்களுக்கேற்ப மொத்த நீர்த் தேவையைக் கணக்கிட்டுப் பாசனத் திட்டம் உருவாக்கும்போதே இவ்வகைப் பயிர்கள் மட்டுமே சாகுபடி செய்யலாம் என்னும் விதிமுறை உருவாகிறது.

தமிழ்நாட்டின் பழைய பாசனத்திட்டங்கள் நெல் பயிருக்கென்றே ஏற்பட்டன. இதனால் முக்கிய உணவான அரிசி, உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. பின் வகுத்த திட்டங்களில் கிடைக்கும் நீரை வைத்துப் பாசன வசதியைக் கூடிய வரை மிகுதியான மக்களுக்கு அளிக்க வேண்டுமென்னும் நோக்கத்தோடு நீர்த் தேவை குறைந்த ராகி, சோளம், வேர்க்கடலை, பருப்பு, மஞ்சள் முதலிய புன்செய் பயிர்களைப் பயிரிட வகை செய்யப்பட்டது. ஆனால் பல இடங்களில் விவசாயிகள் இக்கட்டுப்பாட்டை மீறுவதால் பல சிக்கல்களும், குழப்பங்களும் நீர்ப் பங்கீட்டில் ஏற்படுகின்றன. இதனால் கடைமடைப்பாசன விவசாயிகள் மிகுதியும் பாதிக்கப்படுகின்றனர்.

நீர்த்தேவைக்கு மிகையாகப் பாசன நீரை நிலத்திற்குக் கொடுப்பதாலும் விளைச்சல் குறையும். பாய்ச்சும் நீர் பயிரின் வேர்ப்பகுதிகளுக்கும் கீழே இறங்கி வீணாக நிலத்தில் தங்கும். மண், காற்று போக வழியில்லாமல் பயிர் பாதிக்கப்படும். எனவே, மிகையான நீரை அவ்வப்போது வடித்து வடிகால்களில் ஓடிக் கழித்துவிடும்படி அமைப்புகள் உண்டாக்க வேண்டும். பாசன நீரை நிலங்களுக்குச் சேர்க்க ஏற்படுத்தும் பாசனக் கால்வாய் அமைப்புகளைப் போலவே மிகையான நீர் வடிந்தோடுமாறு வடிகால்களும் அமைக்க வேண்டும்.

நிலத்திற்குக் கிடைக்கும் நீரைப் பயிருக்குப் பாய்ச்சுவதில் பல பாசன முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. நிலத்தின் அளவு, மண்ணின் தன்மை, பயிர்வகை, தட்பவெப்ப நிலை, அப்பகுதியில் தொன்றுதொட்டு வழக்கத்திலிருப்பவை போன்றவற்றைக் கொண்டு பாசன முறை சால்கள் அமைத்து நீர்ப் பாசனம் செய்யலாம். அண்மையில் தெளிப்புப் பாசனம், சொட்டுப் பாசனம் என்னும் புது முறைகளும் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. இவற்றை அமைப்பதில் தொடக்கத்தில் செலவு மிகுந்திருப்பினும் சில எந்திரப் பொறிகள் தேவைப்படினும் நீரை மிகச் சிக்கனமாகப் பயிர்த் தேவைக்குச் சரியாக வேர்ப்பகுதியிலேயே சேர்க்க இயலுவதால் நீர்ப் பற்றாக்குறை உள்ள இடங்களில் இம்முறைகளைக் கையாள வேண்டியுள்ளது. அவ்வவ் பயிர் வகைக்கும் நிலத் தன்மைக்கும் ஏற்றவாறு பாசன முறையைக் கடைப்பிடித்து நீர் வீணாகாமலும், தக்க சமயத்தில் பயிருக்குக் கிடைக்குமாறும் செய்வது பாசன நெறிமுறையாகும்.

ஒரு தலைப்பிலிருந்து நிலங்களுக்குப் பாசன நீரைக் கொண்டு சேர்க்கக் கால்வாய் அமைப்புகள் தேவைப்படுகின்றன. கால்வாய் வெட்டப்படுமுன் பயிரின் நீர்த்தேவையைக் கணித்த பிறகு நீரை ஆங்காங்கு மடைகளுக்குக் கொண்டு செல்கையில் நிலத்தின் கசிவினாலும், ஆவியாகும் இயல்பாலும் வீணாகும் அளவைக் கணிக்க வேண்டும். முதன்மைக் கால்வாய், கிளைக் கால்வாய், சிறு கால்வாய், பண்ணைக் கால்வாய் என நீண்ட தொலைவு நீர் கடந்து சென்று நிலத்தை அடையும்போது தவிர்க்க முடியாத நீரிழப்பு ஏற்படவே செய்யும். இதையும் கருத்தில் கொண்டே இவ்வகைக் கால்வாய்கள் வடிவமைக்கப்படுகின்றன.

கால்வாய் அமைப்புகள் பெரும்பாலும் நிலத்தில் வெட்டப்பட்ட மண் கால்வாய்களாகவே இருந்து வந்தன. நீர்க் கசிவினால் ஏற்படும் பேரிழப்பைத் தவிர்க்கத் தற்போது கால்வாய் அடித்தளமும் பக்கப்பகுதிகளும் செங்கல்லினாலோ, கற்காரையாலோ கட்டப்படுகின்றன. பழைய கால்வாய்களிலும் இத்தகைய ஏற்பாடுகள் செய்து கால்வாயைப் புதுப்பித்துக் கசிவு நீரைச் சேமிக்கப் பல திட்டங்கள் வகுத்து நடைமுறைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

- ஆ. மோகனகிருஷ்ணன்

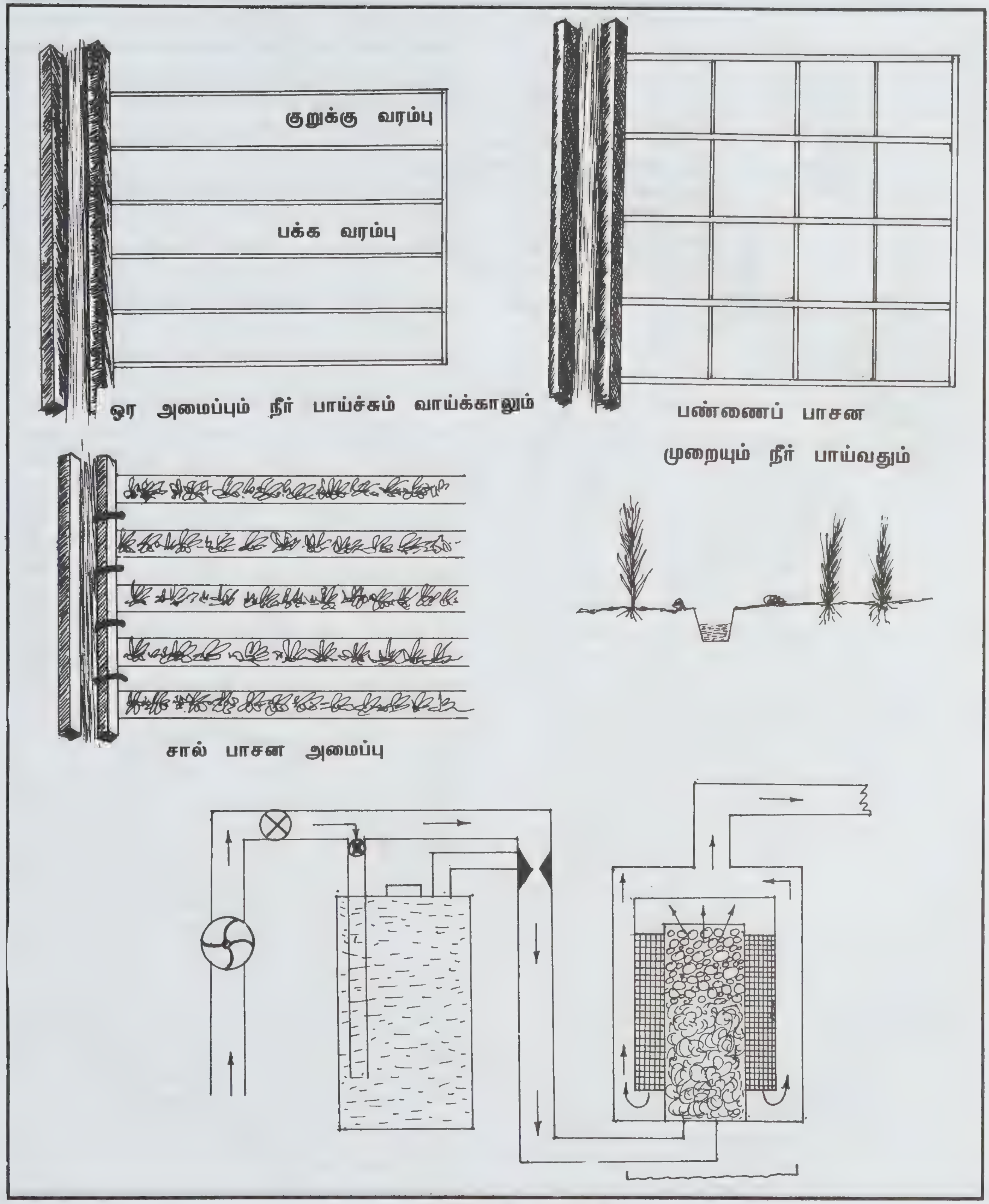
நீர்ப்பாசன முறைகள் (தாவரவியல்)

நீர்ப்பாசன முறைகளை மேல்நில நீர்ப்பாசனம் (over head irrigation), நிலமட்ட நீர்ப்பாசனம் (surface irrigation), அடிநில நீர்ப்பாசனம் (sub-surface irrigation) எனப் பகுக்கலாம்.

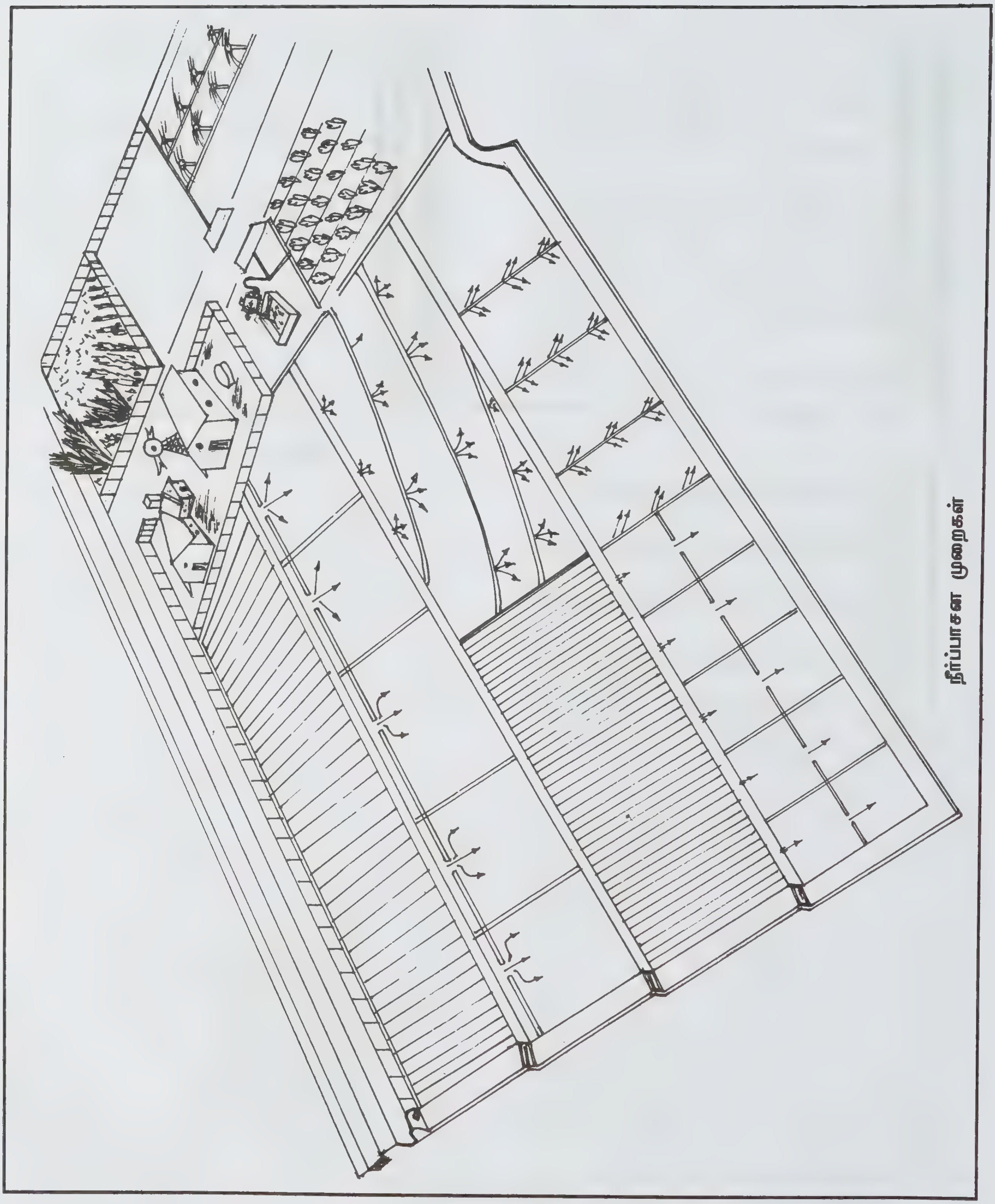
மேல்நில நீர்ப்பாசனம். மேல்நில நீர்ப்பாசன முறையில் நீர் நேரடியாகத் தரையின் மீது பாசனம் செய்யப்படாமல் வானத்தில் தெளித்து விடப்படுகிறது. பின், இந்நீர் துளித்துளியாக மண் மீது விழுகிறது. இவ்வாறு விழுதல், மழை பெய்வது போன்று காணப்படும்.

தெளிப்பு நீர்ப்பாசனம். இம்முறையில் நீரை உயர் அழுத்தத்தில் சிறு துளைகள் அல்லது தூவிகள் மூலமாக வானத்தில் செலுத்தி நீர் துளித்துளியாகத் தெளிக்கப்படுகிறது. தெளிப்பு நீர்ப்பாசன முறையில் சரியான தூவிகள் (nozzles), அழுத்தம், தெளிப்பான்களின் இடைவெளி ஆகியவற்றைத் தேர்ந்தெடுப்பதன் மூலமாகவும், மண்ணின் நீர் ஏற்புத் தன்மைக்கும் (permeability), செடிகளின் வேர்ப்பகுதியின் நீர்த் தேவைக்கும் ஏற்ப நீர்ப்பாசனம் செய்வதன் மூலமாகவும் உயரளவு பாசனத் திறனை அடைய முடியும். நீர்ப்பங்கீட்டுத் திறனும் அதிகரிக்கும். மணல், மணற்பாங்கான நிலம், நீர் ஏற்புத் திறன் மிகுந்துள்ள நிலத்திற்கு இப்பாசனமுறை மிகவும் சிறந்தது. குறைந்த ஆழ மண் நிலத்திற்கும், சமப்படுத்த முடியாத நிலத்திற்கும் இம்முறை ஏற்றது. வடிகால் வசதி குறைவாக இருக்கும் நிலத்தில் இப்பாசன முறையைப் பின்பற்றலாம். காஃபி, தேயிலை, ஏலம் போன்ற மலைத்தோட்டப் பயிர்களுக்குத் தெளிப்பு நீர்ப்பாசன முறை மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. பொதுவாகத் தெளிப்பு நீர்ப்பாசனம் விளைச்சலில் எவ்விதக் குறைவுமின்றிப் பாசன நீரை மிச்சப்படுத்துகிறது.

நிலமட்ட நீர்ப்பாசனம். இப்பாசன முறையில் நீர் நேரடியாகத் தரையின் மீது பாய்ச்சப்படுகிறது. நிலமட்ட நீர்ப்பாசனத்தில் தேவையான மாற்றம் செய்வதால் மிகுதியான நன்மைகளை அடையமுடியும். இதில் நிலத்திற்கு மேற்புறத்திலுள்ள பாசன வாய்க்காலிலிருந்து


குறுக்கு வரம்பு
பக்க வரம்பு
ஒர அமைப்பும் நீர் பாய்ச்சும் வாய்க்காலும்
பண்ணைப் பாசன முறையும் நீர் பாய்வதும்
சால் பாசன அமைப்பு

நீர்ப்பாசன முறைகள்



நீர்ப்பாசன முறைகள்

நீர் கீழ்க்காணும் திருத்தி அமைக்கப்பட்ட முறைகளால் பயிர்களுக்குப் பாசனம் செய்யப்படுகிறது; அவை நீளப்பாத்திப் பாசனமுறை (border irrigation), பாத்திப் பாசனமுறை (check basin irrigation), சால் பாசனமுறை (furrow irrigation), சொட்டு நீர்ப் பாசனமுறை (drip irrigation) என்பன.

நீளப்பாத்திப் பாசன முறையில் நிலம் சிறிய இணை வரப்புகளால் நீளப் பாத்திகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுப் பாசனம் செய்யப்படுகிறது. இம்முறையை மிதமாக நீர் உறிஞ்சும் நிலத்தில் பின்பற்றலாம். பாத்திப் பாசனமுறை மிகவும் எளிதானது. இம்முறையில் நிலம் சமமான மேற்பரப்புடைய சிறு சிறு பாத்திகளாகச் சிறிய வரப்புகளால் பிரிக்கப்படுகிறது. பாத்திகளைச் சதுரமாகவோ, செவ்வகமாகவோ, வட்டமாகவோ அமைத்துக் கொள்ளலாம். சால் பாசனமுறையில் பாசனநீர் சிறு சிறு வரப்புகளிடையே பாசனம் செய்யப்படுகிறது. இப்பாசன முறை வரிசைப் பயிர்களுக்கும், பார் அமைத்துப் பயிரிட வேண்டிய பயிர்களுக்கும் மிகவும் ஏற்றது. விளையும் பயிர்களையும், பயன்படுத்தும் கருவிகளையும், பயிர் வரிசைகளின் இடைவெளியையும் பொறுத்துச் சிறுவரப்புகளின் வடிவமும், பருமனும் மாறுபடுகின்றன. சோளம், பருத்தி, மக்காச்சோளம், கரும்பு, புகையிலை, நிலக்கடலை, உருளைக்கிழங்கு, பீட்ரூட், முள்ளங்கி, கத்திரிக்காய், வெண்டை போன்ற பயிர்களுக்குச் சால் பாசன முறை பின்பற்றப்படுகிறது.

சொட்டு நீர்ப்பாசனம். பாசன நீரைக் குழாய்களின் மூலமாகச் செடியின் அடிப்பகுதிக்குக் கொண்டு சென்று சொட்டுச் சொட்டாக விடுவதே சொட்டு நீர்ப் பாசனம் எனப்படும். பாலித்தீன் பொருள்களாலான குழாய்கள் இதற்குப் பயன்படுகின்றன. நீர்ப் பற்றாக்குறைப் பகுதிகளிலும், பாசன நீர் உப்பு நீராக இருக்கும் பகுதிகளிலும் சொட்டு நீர்ப் பாசனமுறை சிறந்தது. மற்ற நிலமட்டப் பாசன முறைகளில் அடைய முடியாத 90% நீர்ப்பாசனத் திறனை இம்முறையில் அடையலாம். தக்காளி, வெண்டை, பீட்ரூட், முள்ளங்கி, கத்திரி, மிளகாய், வாழை, கரும்புப் போன்ற பயிர்களுக்குச் சொட்டு நீர்ப்பாசனம் பின்பற்றப்படுகிறது.

அடிநில நீர்ப்பாசனம். இம்முறையில், பாசன நீர் மேற்பரப்பிற்குக் கீழாக நிலத்தினுள் செலுத்தப்படுகிறது. இதன் மூலம் செயற்கையாக ஒரு நில நீர்மட்டம் நிலத்தினுள் ஒரு குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. இந்த நிலநீர் மட்டத்தின் ஆழம் மண்ணின் திண்மை, செடிகளின் வேர் ஆழம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது.

சிவ. சந்தானபோஸ்

நீர்ப்பாசன மேலாண்மை

வளத்திற்கும் பொருளாதார முன்னேற்றத்திற்கும் அறிவியல் இணைந்த மேலாண்மையே அடிப்படையாகும். வழக்கமான நீர்ப்பாசன முறைகள் முன்னேறிய தீவிரமான விவசாயத்திற்கு ஏற்றவையாக அமையவில்லை. பழைய விவசாய முறையில் குறைந்த விளைச்சல் தரும் காலங்களில் விவசாயத்தை நிறுத்திவிடுவது வழக்கமாக இருந்தது. ஆனால் இப்போது நீரைச் சீரான முறையில் பரவலாக முழுத்திறமையுடன் பிரித்தளித்து உயர் விளைச்சல் பெறப்படுகிறது.

அரிசி விளைச்சலுக்குப் பகுதி பகுதியாகப் பிரிக்கப்பட்ட நில மேலாண்மை மூலமும் அடி நிலத்தின் கசிவுத்தன்மையை மாற்றுவதன் மூலமும் வீணாகும் நீரைத் தடுக்கலாம். நிலத்தைச் சீராகச் சமநிலைப்படுத்துவதன் மூலம் நீரைச் சேமிப்பதுடன் சரியான கழிவுநீர்க் கால்வாய்களையும் நன்முறையில் அமைக்க முடியும். நீர்ப்பாசன மேலாண்மையின் (Irrigation management) ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் திறமையாகச் செயல்படுவதால் மொத்த உற்பத்தி அதிகரிக்கிறது. நிலத்தைச் சமப்படுத்துவது, சீரான சரிவு அமைப்பது, திட்டமிட்டுக் குறிப்பிட்ட பயிர்வகைகளை விளைவிப்பது, நீர்க்கசிவுகளைக் கட்டுப்படுத்தித் தடுப்பது, முன்னேற்றமடைந்த பாசன முறைகளைக் கடைப்பிடிப்பது, நீரைக் கட்டுப்படுத்தி வெளியேற்றுவது ஆகியவை நீர்ப்பாசன மேலாண்மையின் பல பகுதிகளாகும்.

பல்வேறு பெரிய நீர்ப்பாசனத் திட்டங்கள் மூலம் உருவாக்கப்பட்டுள்ள நீர்ப்பாசன வளம் முழுமையாகப் பயன்படுத்தப்பட வேண்டும். மற்ற நாடுகளில் ஒரு ஹெக்டேருக்கு 4-5 டன் தானியம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. ஆனால் இந்தியாவில் தானிய உற்பத்தி சராசரி 3 டன்னாகவே உள்ளது. உருவாக்கப்பட்டுள்ள நீர்ப்பாசன வசதிகளை முழுமையாகப் பயன்படுத்த முடியாமைக்குப் பல்வேறு காரணங்கள் உள்ளன. விவசாயம் செய்யும் வயலுக்கு நீரை எடுத்துச் செல்லும் வாய்க்கால் வசதிகள் முழுமையாக இல்லை. இதனை முழுமையாகச் சீரமைத்தால் முன்னேற்றம் காணமுடியும். ஒவ்வொரு வயலுக்கும் வாய்க்காலிலிருந்து தனிப்பட்ட முறையில் நீர் பாய்ச்சும் வசதி வேண்டும். ஒரு வயலிலிருந்து அடுத்த வயலுக்குப் பாயும் முறையை மாற்ற வேண்டும்.

கழிவுநீர் அகற்றவும், நிலத்தடியில் நீர்க்கசிவு ஏற்படுவதைத் தடுக்கவும், கழிவுநீர்க் குட்டைகளை அகற்றவும் வசதிகள் செய்ய வேண்டும். வயலுக்கு வந்து சேரும் நீரை வீணாகாமல் முழுமையாகப் பெறும் வகையில் நிலத்தின் சரிவுகள், தளமட்டங்கள், மேடுபள்ளங்கள்,

கரைகள் ஆகியவற்றைச் சீரமைக்க வேண்டும். தேவையான சிறு கட்டுமான அமைப்புகளையும் கட்ட வேண்டும்.

குறைவான நீர்ப் பங்கீடு, நீரை வீணடித்தல், நீர்ப் பங்கீட்டில் முறைகேடுகள், கடைமடை நிலத்திற்கு நீர் கொடுக்க இயலாமை, வழக்கமாகக் கிடைக்கும் நீரைப் பயன்படுத்தாமை ஆகிய குறைபாடுகளைத் தவிர்க்க வயல்களுக்கு முறை வைத்து மாற்றி மாற்றி நீர் வழங்கும் முறையைப் பின்பற்ற வேண்டும். இதன் மூலம் அனைத்து வயல்களுக்கும் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் குறிப்பிட்ட அளவு நீர் கிடைக்கும். மேலும் பரப்பளவிற்கு ஏற்ப ஒவ்வொரு வயலுக்கும் கிடைக்கும் நீரின் அளவை முன்கூட்டியே முடிவெடுத்து விவசாயிகளுக்கும் தெரியப்படுத்த வேண்டும்.

பயிரிடப்படும் தாவரங்களை முன்கூட்டித் திட்டமிட்டு, நீர் இருப்பு அளவிற்கேற்பப் பரப்பை வரையறுத்து விவசாயம் செய்யலாம். இருக்கும் நீரை அறிவியல் முறைப்படி ஆராய்ந்து பயன்படுத்தினால் முழுமையான பயன் பெறலாம். இதற்கு மண்ணின் தன்மை, காலநிலை, விவசாயம் செய்யப்படும் இடத்தின் நிலை, பயிர் செய்யக்கூடிய பல்வேறு தாவரங்கள் இவற்றைப் பற்றி அறியவேண்டும். குறைந்த காலத்தில் பயன் தரக்கூடிய தாவரங்களைப் பயிரிடலாம். பல பயிர்களைக் கலப்பினமாகப் பயிரிடலாம். சில வகைப் பயிர்களுக்குக் குறிப்பிட்ட காலத்திற்குத் தேவைக்கேற்ப நிலத்தடி நீரைப் பயன்படுத்தலாம். கிணறு, ஆழ்துளைக் குழாய்க் கிணறு அமைத்து நிலத்தடி நீரை எடுத்துக் கொள்ள வசதி வேண்டும்.

நீர்ப்பாசனத்துறை மற்றும் அதன் நிர்வாக அமைப்புகள் சிறந்த முறையில் செயல்பட வேண்டும். நீர்ப்பாசனத்துறை, கூட்டுறவுத்துறை, வரிவசூல்துறை, விவசாயத்துறை முதலிய அமைப்புகள் இணைந்து செயல்பட வேண்டும். பல்லைக்கழகங்கள், தொழிற்கூடங்கள், கல்வி நிறுவனங்கள் முதலியவை விவசாயத்திற்கு முதன்மைத்துவம் அளித்து, ஆய்வு மாதிரிப் பண்ணை அமைத்தல், நவீன விவசாய முறைகளைக் கற்பித்தல், பயிற்சி அளித்தல், தொடர்ந்து கண்காணித்து உதவுதல், நிலத்தின் தன்மைகளைப் பாதுகாத்தல் முதலிய நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ளலாம். விவசாயிகளுக்குத் தேவையான போக்குவரத்து வசதி, தகவல் தொடர்பு வசதி, விற்பனைக் கூட வசதி ஆகியவற்றை அதிகரித்து ஊக்கம் அளிக்க வேண்டும். நீர்ப்பாசன மேலாண்மையின் முக்கிய நோக்கங்களைக் கீழ்க்காணுமாறு கூறலாம்.

அவை, அனைத்து விவசாயிகளின் தேவைகளை அறிந்து அவர்களுக்குப் பாதிப்பு ஏற்படாதவாறு நீர் அளவினை ஒதுக்கி, உரிய நேரத்தில் முழு உற்பத்தியும் வெற்றி பெறும் வகையில் நீரைப் பகிர்ந்தளித்தல், நீரைக் கடைமடை வரை அனைத்து நிலங்களுக்கும் சென்றடையுமாறு அனுப்புதல், திறமையான நீர்ப்பாசனமும் மிகுதியான உற்பத்தியும் மாறாமல் பேணுதல், தொடர்ந்து நீர்ப்பாசனம் செய்யும் காரணத்தால், மண் அரிப்பு, இயற்கை உரம் முழுமையாக அழிந்துவிடுதல், உப்புத்தன்மை அடைதல், நீர் தேங்கிக் குட்டைகள் உருவாதல், மண் தரத்தையும் அமைப்பையும் இழந்துவிடுதல் முதலியவை இராமல் பாதுகாத்தல், சிக்கனமாகவும், திறமையாகவும் செயல்படுத்தல், நல்ல நீர்ப்பாசன முறையைப் பராமரித்தல் முதலியன.

பயிர்களின் வளர்ச்சியை, மண்ணின் ஈரத்தன்மை நேரிடையாகவும், மறைமுகமாகவும் கட்டுப்படுத்துகிறது. நிலத்திலுள்ள நீர் பயிர் ஊட்டங்களைக் கரைத்து வைத்திருக்கும் கரைசலாக இருக்கிறது. நிலத்தில் நீர் மிகையாத் தேங்கியிருந்தால் பயிர் நன்கு வளராது. மண், ஈரத்தை ஈர்த்து அதைச் சேமித்து வைக்கும் தன்மை கொண்டு விளங்குவதால், பயிர் தன் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான நீரை அவ்வப்போது எடுத்துக்கொள்ள உதவுகிறது. ஒவ்வொரு பயிர் வகைக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு மண்ணின் ஈரத்தன்மை குறையும் வரை தாங்கும் ஆற்றல் உண்டு. இதை அறிந்து பயிருக்கு வேரில் அழுத்தமின்றிப் பாசனம் செய்தல் நலம். மேலும் மண்வகைகளுக்கேற்பப் பாசன வகைகளை மாற்றி அமைத்துக் கொள்ளுதல் நலம். உலகின் மொத்தப் பரப்பில் 2/3 பகுதி நீரால் சூழப்பட்டிருப்பினும் மக்கள் பயன்படுத்தும் நீர் 1% மட்டுமேயாகும். இந்த நீரே வேளாண்மை, தொழிற்சாலை போன்றவற்றிற்கும் பயன்படுகிறது. நீர்த்தேவை நாளுக்குநாள் பெருகிக் கொண்டே வருகின்றது.

பயிரின் வகை, பாசன நீரின் அளவு, நிலச்சரிவு, மண் வகை ஆகியவற்றை நன்கு ஆராய்ந்து நிலத்திற்கு ஏற்றவாறு பாசன முறையைப் பின்பற்ற வேண்டும். தற்போது பயன்படுத்தப்பட்டு வரும் மேற்பரப்புப் பாசன முறைகளான பாத்திப் பாசனம், சால் பாசனம், நீள் பாத்திப் பாசனம் ஆகியவற்றில்கூட மிகுந்த அளவு நீர் வீணாகிறது. இதைத் தவிர்க்க முடிந்த அளவு நவீன பாசன முறைகளான தெளிப்பு நீர்ப்பாசனம், சொட்டு நீர்ப்பாசனம் ஆகிய முறைகளைக் கையாளலாம்.

முறையான நீர் மேலாண்மை முறைகளைப் பின்பற்றினால் ஓரளவுக்கு மானாவாரி நிலத்திலும் உற்பத்தியை உயர்த்தமுடியும். தமிழ்நாட்டில் 54% க்கு மேற்பட்ட நிலம் மழையையே அடிப்படையாகக் கொண்டது. மானாவாரி நிலத்தில் உற்பத்தி பெருக நிலத்திற்குள் ஊடுருவும் நீரை அதிகரித்தல், நிலத்தில் தாழ்வாக உள்ள இடத்தில் சிறுகுட்டைகள் ஏற்படுத்தி மழைக்காலத்தில் நீரைச் சேகரித்து, ஆவியாகாமல்

தடுத்துப் பயிருக்குத் தேவைப்படும்போது பாசனங்களுக்குப் பயன்படுத்துதல், பெருமழையின்போது பள்ளங்களிலும் ஆறுகளிலும் சேர்ந்து கடலில் சென்று கலக்கும் நீரைத் தடுத்தல், பயிர்கள் அறுவடையான பின்பு, தழையை நிலத்தில் பரப்பி மண் ஈரத்தைக் காத்தல், பெரும்பரப்பிலான நிலத்தை உணவு தானிய உற்பத்திக்குப் பயன்படுத்துதல் ஆகியவற்றை மேற்கொள்ள வேண்டும்.

- ஏ.எஸ்.எஸ்.சேகர்

- கே.ஆர். திருவேங்கடசாமி

- வி. குமார்

- டி.எஸ். மாணிக்கம்

நீர்ப்பி

இது வண்ணப் பூச்சிலும், குழைவனத்திலும் பூச்சுப் பொருளின் நீர்மத்தன்மையைத் திருத்துவதற்குப் பயன்படும் பொருள். பூச்சின் கூறுகள் யாவற்றையும் கரைக்கக்கூடிய கரைப்பான்களே இவ்வகையில் பயனாகின்றன. நீர்ப்பி, பூச்சுப் பூசப்பட்ட சில நிமிடங்களில் ஆவியாகி வெளியேறிவிடும். பால்ம வகைப் பூச்சுகளில் நீர் நீர்ப்பியாகப் (விளாவுவதற்கு) பயன்படுகிறது. எண்ணெய் வகைப் பூச்சுகளுக்கும், ரெசின் கொண்ட பூச்சுகளுக்கும் பெட்ரோலிய வாலை வடித்தலில் கிடைக்கும் வெண்நீர்மம் (white spirit) கொதிநிலை வரம்பு, 160-190°C பயன்படுகிறது. பெட்ரோலியத்திலிருந்தும், கரித்தாரிலிருந்தும் பிரித்தெடுக்கப்படும் அரோமாட்டிக் கரைப்பான்களும் பயன்படுத்தத்தக்கவை. டர்பன்டைன் சிறந்த நீர்ப்பியாகும். ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு அடிப்படையில் நீர்ப்பிகள் வகையிடப்படுகின்றன. 1. வலிமை குறைந்த H- பிணைப்பு உருவாக்குவன (ஹைட்ரோகார்பன்கள்) ; 2. ஓரளவான வலிவு கொண்ட H - பிணைப்பு உருவாகக்குவன. (கீட்டோன்கள், எஸ்ட்டர்கள், ஈதர்கள்); 3. வலிமைமிக்க H - பிணைப்புகளை உருவாக்குவவை (ஆல்கஹால்கள்)

பூச்சுகளில் இடம்பெறும் ரெசின்களில் பலவும் ஹைட்ரோகார்பன் வகை நீர்ப்பிகளில் கரைவதில்லையாதலால், வேறு நீர்ப்பிகளைக் கண்டறிய வேண்டிய தேவை ஏற்பட்டது. இவற்றுள் இயல்பு மாற்றப்பட்ட சாராயம் (denatured spirit) ஐசோபுரோப்பைல் ஆல்கஹால் ஆகியன அரக்குக்கும், அமைல் அசெட்டேட் போன்ற எஸ்ட்டர்கள் நைட்ரோ செல்லுலோஸ் மெருகு பூச்சுகளுக்கும், கீட்டோன்கள் அக்ரிலிக் வினைல் ரெசின்களுக்கும் ஏற்ற நீர்ப்பிகளாகும். எளிதில் ஹைட்ரோகார்பன்களை நீர்ப்பிகளாகப் பயன்படுத்தலாம் என்றாலும் அவற்றின் நச்சுத்தன்மை அவற்றைப் பெரிய அளவில் பயன்படுத்த இயலாததாக்குகிறது.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நீர்ப்பிரமி

இதைப் பிரமி, சப்தளை, சாராசுகி, வாடிகம், திராயந்தி, வாக்கு பவம், சருமம், விவிதம், சாம்பிராணிப்பூண்டு, நீர்ப்பச்சை என்றும் கூறுவர். இதன் தாவரப்பெயர் லிசிமாக்கியா மொன்னியெரி (Lysimachia monnieri) என்பதாகும். பக்கோபா மொன்னியெரி (Bacopa monnieri), கிராட்டியோயா மொன்னியெரி (Gratioea monnieri), ஹெர்பெஸ்டிஸ் மொன்னியெரி (Herpestis monnieri), மொன்னியெரா கியூனிஃபோலியா (Monniera cunieifolia) என்பன இதன் இணை தாவரப் பெயர்களாகும். இது ஸ்குரோஃபுலேரியேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது.

சமவெளி மற்றும் கடற்கரைகளிலும் மலைப்பகுதிகளில் 1400மீ. உயரம் வரையிலும் நீர்ப்பிரமியைக் காணலாம். இதனைச் சதுப்பு நிலங்களிலும் நீர் நிலைகளின் ஓரங்களிலும் மிகுதியாகக் காணலாம். இது மயிரற்று, தரையோடு படர்ந்திருக்கும் சதைப்பற்றான பளபளப்புச் செடி. இதன் கணுப்பகுதி தரையைத் தொடும்போது வேர்கள் உண்டாகின்றன. தண்டு உருண்டையாக இளஞ்சிவப்பாக இருக்கும். முனை மழுங்கிய முழுமையான இலை, சதைப்பற்றானது. நீள்சதுரம் அல்லது முட்டை வடிவானது. 1 X 0.4செ.மீ. அளவானது. இலைக்காம்பு மிகச் சிறியது. இலைகளின் நீளம் கணுவிடைப்பகுதியை விட நீளமாக உள்ளமை குறிப்பிடத்தக்கது.

பூக்கள் இலைக்கக்கங்களில் அமைந்தவை. தனித்தனியாக உண்டாகின்றன. செதிலற்ற பூக்களை ஆண்டு முழுவதும் காணலாம். பூக்காம்பின் நீளம் 5-6 மி.மீ. பூக்காம்புச் செதில்கள் இரண்டும் மெலிந்துள்ளன. புல்லி இதழ்கள் ஐந்தும் சமமற்றவை. இவற்றின் வெளிப்பகுதியிலுள்ள மூன்று முட்டை வடிவிலும் முனை கூரியதாயும் இருக்கும். இலை உள்ளேயிருக்கும். அல்லி இதழ்கள் வெள்ளை நிறத்திலிருக்கும். பச்சை நிறப்பகுதிகளைக் குழலின் தொண்டைப் பகுதியில் காணலாம். அல்லி வட்டக்குழல் 8 மி.மீ. நீளத்திலும் ஐந்து கதுப்புகளைக் கொண்டுமிருக்கும். இக்குழலின் உள்ளே சிவப்பு நிற வளையத்தைக் காணலாம்.

1. செடி
2. சூல்பையின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம்
3. சூல்பையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்
4. சூலகம்
5. 6, 7, 8, 9 - உட்புற, வெளிப்புற புல்லி வட்ட உறைகள்
10. அல்லிவட்டம்
11, 12, 13 - மகரந்தப்பைகள்

நீர்ப்பிரமி (Bacopa monnieri)

மகரந்தத்தாள்கள் நான்கு. மகரந்தப்பைகள் தெளிவானவை. சூல்பை கூம்பு வடிவிலும் இரண்டு திசுவறைகளைக் கொண்டுமிருக்கும். ஒவ்வொரு திசுவறையிலும் பல சூல்கள் காணப்படும். சூலகத்தண்டு 5.5மி.மீ. நீளமானது. இது அல்லிக் குழலின் ஒரு பக்கமாகச் சாய்ந்தும் தட்டையாக, பச்சை நிறமுடைய சூலகமுடியைத் தாங்கியுமிருக்கும். கனி உருண்டை நீள்சதுரமாக 5 X 2.5மி.மீ. அளவிலிருக்கும். இரண்டு வரிப்பள்ளங்கள் கொண்டிருக்கும். இரண்டு அல்லது நான்கு தடுக்கிதழ்களைக் கொண்ட கனி முற்றிய பின் பள்ளங்கள் திறப்பதால் நுண்ணிய விதைகள் வெளியாகின்றன. விதைகள் பலவும் நீள்சதுரமானவை. வெளிறிய நிறத்திலும் பக்கங்களில் வரிகளுடனும் இவை இருக்கும்.

பயன். நீர்ப்பிரமிக்குச் சிறுநீரைப் பெருக்கும் குணமுண்டு. உடலுக்கு வலிமையைத் தரும். இதன் இலைகளை வெண்ணெயில் பொரித்துத் தொண்டைக்கட்டுக்குத் தடவலாம். இலைச்சாற்றுடன் மண்ணெண்ணெய் கலந்து கீல்வாயுவுக்குப் பூசலாம். இலைகளை ஆமணக்கு எண்ணெயில் வதக்கி வீக்கங்களுக்கு ஒற்றடமிட்டு அவற்றின் மீது வைத்துக் கட்ட வீக்கம் தணியும்; இச்செடியை அரைத்துக் கொதிக்க வைத்து நெஞ்சில் பூசக் கோழைக்கட்டு நீங்கும். இலைச் சாற்றுடன் நெய்யைச் சேர்த்துக் காய்ச்சித் தர இசிவு நோய், புளியேப்பம் போகும். இதற்கு இலைச்சாற்றுடன் கோட்டத்தைப் பொடித்துச் சேர்த்துத் தேன் கலந்தும் சாப்பிடலாம். இலையைத் தண்டுடன்

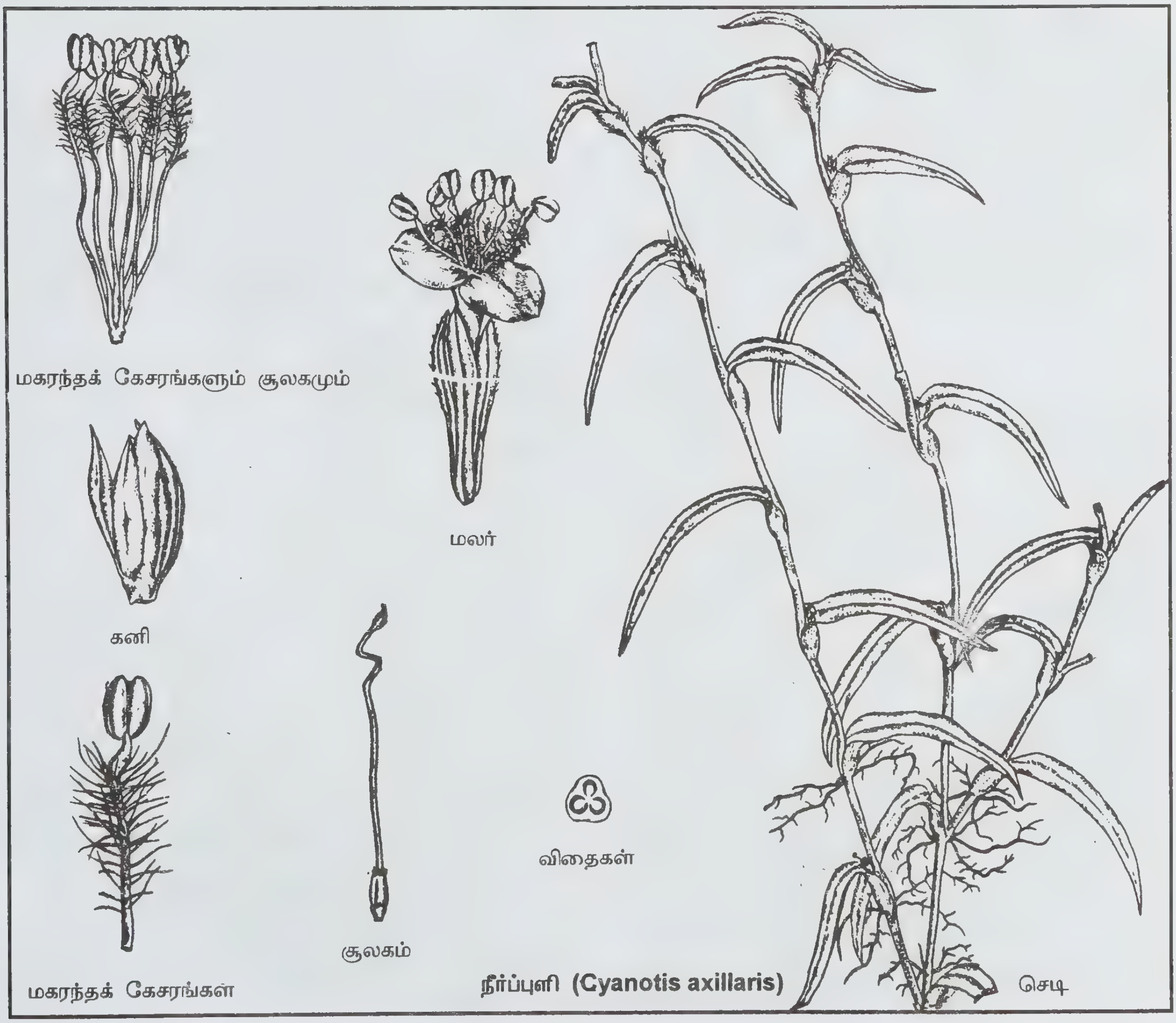
சேர்த்து இடித்துச் சாறு பிழிந்து ஒரு மேசைக்கரண்டி அளவில் தர எரிச்சலோடு கூடிய நீர்ச்சுருக்கு நீங்கும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நீர்ப்புளி

இதனை வழுக்கைப்புல் என்றும் கூறுவர். இதன் தாவரப் பெயர் சயனோட்டிஸ் ஆக்சிலாரிஸ் **(Cyanotis axillaris)** ஆகும். கம்மெலினேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இது நெல் வயல்களிலும், ஈரமுள்ள பகுதிகளிலும் வளரும். இந்தக் களைச் செடியைத் தென்னிந்தியாவிலும் இலங்கையிலும் காணலாம்.

இது நிலத்தில் படர்ந்து சற்று நிமிர்ந்து வளர்ந்து சதைப்பற்றுள்ள இலைத் தண்டுகளுடன் காணப்படும் செடியாகும். தரையில் படிந்துள்ள கணு ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் வேர்களை உற்பத்தி செய்யும் இச்செடியின் தண்டு 4.5 செ.மீ. நீளத்தில் உருண்டையாக இளஞ்சிவப்பு நிறத்திலிருக்கும். இலைகள் தனித்தனியாக 7.5 செ.மீ. நீளத்தில் குறுகிய நீள்சதுர வடிவில் கூரிய நுனியைக் கொண்டு மாற்றடுக்கத்தில் உண்டாகியிருக்கும். இலையுறை, தண்டின் அடிப்பகுதியை மூடிக் கொண்டிருக்கும். பூக்கள் நீல நிறத்தில் இலைக் கக்கத்தில் கொத்தாகச் சைம் மஞ்சரியாக இருக்கும். இலையுறையால் இது சற்று மூடப்பட்டிருக்கும்.



நீர்ப்புளி **(Cyanotis axillaris)**

பூக்காம்புச் செதில்கள் 2. குட்டையாகச் சவ்வு போன்றிருக்கும். புல்லிவட்டம் வழவழப்பாக 3 கதுப்புகளைக் கொண்டிருக்கும். அல்லி இதழ்கள் 3. நீண்ட வளைநகம் (claw) வடிவில் இருக்கும். இவை அடிப்பகுதியில் இணைந்து குழாய் போன்றிருக்கும். அல்லிவட்டத்தின் கதுப்புகள் முட்டை வடிவிலிருக்கும். மகரந்தக் கேசரங்கள் 6. மகரந்தத்தாள்கள் நீண்டும் அவற்றில் மயிர் இணைந்து தாடி போலவும் இருக்கும். மகரந்தப்பைகள் மஞ்சள் நிறத்தில் இரண்டு திசுவறைகளைக் கொண்டவை. சூல்தண்டு நேராகவும், சூல்முடி நூலிழை வடிவில் கூராகவும் இருக்கும். கனி, அறைவெடிகனி (loculicidal) வகையைச் சார்ந்தது. இதன் நுனிப்பகுதி அலகு போன்றிருக்கும்.

ஒவ்வொரு திசுவறையிலும் இரண்டிரண்டு சாம்பல் நிற விதைகள் இருக்கும். விதையின் அடிப்பகுதி முனை முறிந்தும் (truncate) நுனிப்பகுதி சிறிய கூம்பு வடிவிலுமிருக்கும். இச்செடி, விதை, தண்டுத்துண்டு ஆகியவற்றின் மூலம் இனப்பெருக்கம் அடைகிறது. விதைகள் சிறியவையாயிருக்கும். இவ்விதைகளை உண்ணலாம்.

சயனோட்டிஸ் பேரினத்திலுள்ள சயனோட்டிஸ் கிரிஸ்டேட்டா (cynotis cristata) என்னும் தென்னிந்திய மலைப் பகுதிகளில் காணப்படும் செடி சிறந்த கால்நடைத் தீவனம் ஆகும். இதில் 8% அல்புமினாய்டுகள் உள்ளன. சயனோட்டிஸ் டியூபெரோசா (C.tuberosa) என்னும் சிற்றினத்தில் சுருட்டுப் போன்ற கிழங்குகள் உண்டாகும். இச்செடி தொடர் காய்ச்சலை (continuous fever) நீக்கும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நீர்ப்பூலா

இதற்கு ஃபில்லாந்தஸ் மல்டிஃபுளோரஸ் *(Phyllanthus multiflorous)* என்னும் தாவரப் பெயருண்டு. இது யூஃபோர்பியேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இதன் இலை, வேர் ஆகியன மருந்துக்கு உதவுகின்றன. இலைச்சாற்றுடன் சர்க்கரை அல்லது கற்கண்டு கலந்து அருந்தச் சிறுநீர் கழியும். உடல் வெப்பம் தணியும். வேர்க்குடிநீர் நாளும் இருவேளை தர உடல் உரம் பெறும்.

இலைச்சாற்றுடன் கர்ப்பூரம், வால்மிளகு ஆகியவற்றைச் சேர்த்து வாயில் அடக்கிவர ஈறுகட்டு, புண் ஆகியவை நீங்கும். மாடுகளுக்குக் கண்களில் பீளை உண்டானாலும் மாடு வெப்பமாகச் சாணி போட்டாலும் நீர்ப்பூலாச் சாறும், வேப்பெண்ணெயும் கலந்து தரலாம்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நீர்ப்பூலா *(Phyllanthus multiflorous)*

நீர்ம எரிபொருள் செயல்முறை

பெட்ரோலிய எரிமங்களைப் பிரித்தலும், தூய்மையாக்கலும், பெட்ரோலியத் தூய்மையாக்கும் செயல்முறைகளில் அடங்கும். 1885ஆம் ஆண்டு வரை பெட்ரோலியத்திலிருந்து மண்ணெண்ணெய் பிரித்தெடுக்கப்பட்டு, எஞ்சியுள்ள பொருள் உலை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது. இந்நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் தானுந்திகளும், விமானங்களும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டவுடன் பெட்ரோலின் தேவை உணரப்பட்டது. வேதிப்பொருள் தயாரிப்புத் தொழிலில் ஏற்பட்ட தேவையை நிறைவுசெய்யும் நோக்கத்துடன் பெட்ரோலியத் தூய்மையாக்கத்தில் புது வேதிமாற்ற முறைகள் (chemical conversion methods) புகுத்தப்பட்டன. இதன் பயனாகப் பெட்ரோலிய எண்ணெயிலிருந்து எரிமங்களும், மசகுப் பொருள்களும் கிடைத்ததுடன், நெகிழிகள் (plastics), வேதிவகைத் தொகுப்பு இழைகள், செயற்கை இரப்பர், உரங்கள், சலவைத் தூள்கள் ஆகியவற்றின் தயாரிப்புக்கான மூலப் பொருள்களும் பெருமளவில் தயாரிக்கப்பட்டன. வேதிமாற்ற முறைகளைத் திறம்படப் பயன்படுத்தும் நோக்கத்துடன் பலவகைப் பண்படா எண்ணெய்களின் இயல்புகளை ஆராய்தல், செயல்முறைகளை நிகழ்த்தும்போது ஹைட்ரோகார்பன்களின் வேதி வினைகளை அறிதல், இத்துறையில் நிகழும் வினைகளுக்குத் தகுந்த வினையூக்கிகளைத் தேர்ந்தெடுத்தல் ஆகியன தொடங்கப்பட்டன.

பெட்ரோலியத் தூய்மிப்பு வினைப்பொருள்கள் வருமாறு: எரிமங்கள் (வளிம, நீர்ம வகைகள்), கரைப்பான்கள், உயவுப் பொருள்கள், வாசலீன் மெழுகு, புகைக்கரித்தார், நாஃப்தீனிக் அமிலங்களும் உப்புகளும், வேதிப்பொருள் தயாரிப்புக்கு மூலப்பொருள்களான எத்திலீன், புரோப்பிலீன், பென்சீன், டொலுயீன் ஆகிய தனி ஹைட்ரோகார்பன்கள் ஆகியன. இவற்றுள் எரிமங்களும், உயவு பொருள்களும் தயாரிப்பு அளவில் முதன்மை பெறுகின்றன. நீர்ம நிலைப் பெட்ரோலிய எரிமங்கள் பின்வருமாறு வகையிடப்படுகின்றன. அவை விமானம், கார், பேருந்து, லாரி, உழவு எந்திரம் ஆகியவற்றுக்கான எரிமங்கள், தாரை விமானப் பொறிகளுக்கான எரிமங்கள், டீசல், உலை எரிமங்கள் என்பன.

பெட்ரோலின் ஏற்ற இயல்புகள் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளன. இயைபு, ஆவியழுத்தம், வேதிநிலைப்புத்தன்மை, அரித்துவிடாத தன்மை, 25-200°C வெப்பநிலை வரம்பில் ஒவ்வொரு பின்னத்தின் தொடக்க மற்றும் இறுதிக் கொதிநிலைகளின் அடிப்படையில் பெட்ரோலின் இயைபுகள் வரையறுக்கப்படுகின்றன. ஆவியழுத்தம் ஒரு குறிப்பிட்ட எண் மதிப்புக்குள் நிலைக்க வேண்டும்.

தூண்டலினால் வெடிக்கும் இயல்பு பெட்ரோலைப் பயன்படுத்துவதில் சிக்கலைத் தோற்றுவிக்கிறது. உட்கனல் பொறியின் குழாயில் பெட்ரோல் காற்றுக் கலவை அழுத்தப்பட்டு, மின் பொறியால் எரியூட்டப் படுகிறது. எரிதலில் வெளியாகும் வளிமப்பொருள்கள் உட்தண்டை இயக்குகின்றன. வளிமக் கலவையின் அழுக்க அளவுக்குத் தகுந்தாற்போல் பொறியின் திறன் அமைகிறது. எரிதல் செயல்முறையின் தன்மையையும், விரைவையும் பொறுத்து வளிமக்கலவையின் அழுக்கும் இயல்பு அமையும். எரிமக் கலவையைத் தீப்பொறியால் எரியூட்டியவுடன் வளிமத்துள் தீச்சுடர் பரவும் விரைவு நொடிக்கு 10-15 மீ. இருக்கும். அழுக்கும் அளவு ஓர் எல்லையைத் தாண்டியவுடன் வளிமக்கலவை வெடித்து, சுடர் பரவும் விரைவு நொடிக்கு 1500-200 மீ உயருகிறது. இடித்தல் அல்லது வெடித்தல் (knocking) நிகழ்வினால் பொறியின் குழாய்ப் பகுதி மீசூடடைகிறது. இதனால் கரும்புகை மிகுந்த வளிமங்கள் வெளியேறுகின்றன; எரிமச் செலவு உயர்கிறது. மோட்டாரின் திறன் குறைந்து தேய்மானம் கூடுகிறது.

பெட்ரோலின் இடித்தல் தன்மை அதன் ஆக்டேன் எண் மதிப்பிலிருந்து அளவிடப்படுகிறது. ஓர் உட்கனல் பொறியில் ஒரே சூழ்நிலையில் ஐசோ ஆக்டேன், n-நீண்ட சங்கிலி ஹெப்ட்டேன் கலவைகள் பலவற்றின் இடித்தல் இயல்பைக் கொண்டு ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டுள்ள பெட்ரோலின் ஆக்டேன் எண் கணக்கிடப்படுகிறது. இவ்வளவையில் ஐசோ ஆக்டேனின் ஆக்டேன் எண் 100 ஆகவும் n- ஹெப்ட்டேனின் ஆக்டேன் எண் சுழியாகவும் நிறுவப்பட்டுள்ளது. ஐசோ ஆக்டேன் (2, 2, 4 - டிரைமெத்தில் பெண்டேன்). எளிதில் வெடிப்பதில்லை, n-ஹெப்ட்டேன் நீண்ட சங்கிலி கொண்ட மூலக்கூறு ஆனதால் எளிதில் இடித்தலுக்கு உள்ளாகிறது. ஐசோ ஆக்டேன் n-ஹெப்ட்டேன் கலவைகளின் இடித்தல் தன்மை கலவையில் n-ஹெப்ட்டேனின் பருமன் விழுக்காடு மிகும்போது கூடுதலாகும். வெவ்வேறு கலவைகளின் இடித்தல் தன்மை (இடித்தல் தொடங்கும் அழுக்க விகிதம்) குறிப்பிட்ட பெட்ரோலின் இடித்தல் தன்மையுடன் ஒப்பிடப்படுகிறது. பெட்ரோலின் இடித்தல் இயல்பு எந்நியமக் கலவையின் இடித்தல் இயல்புக்குச் சமமாகவுள்ளதோ, அக்கலவையிலுள்ள ஐசோ ஆக்டேனின் பருமன்

விழுக்காடு அப்பெட்ரோலின் ஆக்டேன் எண்ணாகும். ஆக்டேன் எண் கூடுதலாக அமையப்பெற்ற பெட்ரோல் இடித்தல் தன்மையைக் குறைவாகக் கொண்டது. 80% ஐசோ ஆக்டேன் 20%- ஹெப்ட்டேனும் கொண்ட கலவையும், ஆய்வுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட பெட்ரோலியமும் இடித்தல் தன்மையில் ஒத்திருந்தால், அப்பெட்ரோலின் ஆக்டேன் எண் 80 ஆகும். ஆக்டேன் எண் நூறுக்கு மேல் கொண்டுள்ள பெட்ரோல்களும் உண்டு. ஆக்டேன் எண் கூடுதலாகக் கொண்ட பெட்ரோல் இடித்தல் இயல்பைக் குறைவாகக் கொண்டிருக்கும். தானுந்திகளில் பயன்படும் பெட்ரோல்களின் ஆக்டேன் எண்கள் 75-95 வரம்பிலும் வானூர்திகளில் பயன்படும் பெட்ரோல் ஆக்டேன் எண்கள் 100க்கும் கூடுதலாகவும் அமைந்திருக்கும்.

ஓர் எரிமத்தின் ஆக்டேன் எண் அதன் இயைபைப் பொறுத்தது. கிளைச் சங்கிலியமைப்புள்ள பாரஃபீன்களையும், அரோமாட்டிக் சேர்மங்களையும் கொண்ட பெட்ரோலின் ஆக்டேன் எண் உயர்வாக இருக்கும். பெட்ரோலிலுள்ள ஹைட்ரோகார்பன்களை மாற்றியமாக்கலும் (isomerisation) அரோமாட்டிக் வளையமாக்குதலும் ஆக்டேன் எண் மதிப்பை உயர்த்தும் முறைகளாகும். வாலை வடித்தல் வாயிலாகவோ பிளத்தல் (cracking) வாயிலாகவோ கிடைக்கப்பெறும் பெட்ரோலை ஐசோ ஆக்டேன், ஐசோபெண்டேன், எத்தில் பென்சீன், ஐசோபுரோப்பைல் பென்சீன் ஆகிய உயர் ஆக்டேன் எண் கூறுகளுடன் கலந்தும் சிறந்த மோட்டார் எரிமங்களைத் தயாரிக்கலாம்.

சில வேதிப் பொருள்களைப் பெட்ரோலில் இட்டால் பெட்ரோலின் இடித்தல் இயல்பு குறைகிறது. இடித்தல் குறைப்பிகள் (antiknocking agents) எனப்படும் இப்பொருள்கள், இடித்தலின் இயங்குமுறையில் இடைநிலையில் தோன்றும் இயங்கு உறுப்புகளுடன் (free radicals) வினையுற்று, இடித்தல் சங்கிலி வினையை முழுமை பெறாதவாறு தடுக்கின்றன. இவ்வகைப் பொருள்களுள் முதன்மையானது டெட்ராஎத்தில் காரீயம் $(Pb(C_2H_5)_4)$ சோடியம்காரீயம். சோடியம்-காரீயம் உலோகக் கலவையை எத்திலீன் புரோமைடுடன் வினையுறுத்தித் தயாரிக்கப்படும் இவ்வேதிப்பொருள் எத்தில் நீர்மம் என்னும் பெயரில் விற்பனை செய்யப்படுகிறது. 1கி.கி. பெட்ரோலுக்கு 4 மி.லி எத்தில் நீர்மம் கலக்கப்பட்டால் ஆக்டேன் எண் 70 இலிருந்து 89ஆக உயருகிறது. எத்தில் நீர்மம் நச்சுத்தன்மை கொண்டது. பொறியில் நிலவும் சூழ்நிலையில் காரீய ஆக்சைடு தோன்றி உட்சுவர்களின்மீதும், இயங்கு பகுதிகள் மீதும் படிந்துவிடும். இதனைத் தவிர்க்கும் பொருட்டு எத்திலீன் டைபுரோமைடு கலக்கப்படுகிறது. இதனால் காரீயம், காரீய புரோமைடாக மாற்றப்பட்டு ஆவியாக வெளியேற்றப்படுகிறது. சூழ்வெளியில் காரீயத்தின் அளவு கூடுதலாகி, அதன் தொடர்பாகக் காற்று மாசுறும் சூழ்நிலை ஏற்படுமாதலால், சில மேலைநாடுகளில் பெட்ரோலுடன் எத்தில் நீர்மம் கலத்தல் கட்டுப்பாடுடன் நடத்தப்படுகிறது. டெட்ராமெத்தில் காரீயத்திற்குப் பதிலாக வேறு சில இடித்தல் குறைப்பான்களும் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. வளைய பெண்டாடயீனைல் மாங்கனீஸ் டிரைகார்போனைல் எனும் சேர்மம் இவ்வகையில் குறிப்பிடத்தக்கது.

சேமிப்புத் தொட்டிகளிலோ, உட்கனல் பொறியில் எரிகையிலோ பெட்ரோலில் இடம்பெறும் ஒலிஃபீன் வகை ஹைட்ரோகார்பன்கள் பல்லுறுப்பாக்கம் அடைந்து ரெசினையொத்த பொருள்களைத் தருகின்றன. இதனைத் தவிர்ப்பதற்குப் பெட்ரோலில் அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்து, பல்லுறுப்பாக்கலை நிகழ்த்தி, விளைவாகும் ரெசினைக் களிமண் வகைப் பொருளாலான வடிகட்டியில் ஊற்றித் தெளிவாக்கலாம்.

பெட்ரோலின் கந்தக அடக்கம் மிகுதியாகையில் அதன் அரிமான இயல்பும் கூடுகிறது. பெட்ரோலிலிருந்து கந்தகத்தை நீக்குவதற்கு டாக்டர் கரைசலைப் (சோடியம் பிளம்பைட் (Na_2PbO_2)) பயன்படுத்த வேண்டும்.

உழவு எந்திரங்களில் (tractors) பயன்படும் எரிமமான மண்ணெண்ணெயின் இயல்புகளும் பெரும்பாலும் பெட்ரோலின் சிறப்பியல்புகளையே ஒத்தனவாகும். மண்ணெண்ணெய் பெட்ரோலைவிட ஆவியழுத்தம் குறைவானது. மண்ணெண்ணெயின் ஆக்டேன் எண் 40க்குக் குறையாது சரி செய்ய வேண்டும்.

டீசல் பொறிகளில் எரிமம் அமுக்க மேலீட்டால் எரிக்கப்படுகிறது. பெட்ரோல் எரிமப் பொறிகளில் முன் மூட்டம் (pre ignition) எவ்வாறு தவிர்க்கப்பட வேண்டுமோ அவ்வாறே டீசல் பொறிகளில் மூட்டத் தாழ்த்தல் (ignition lag) தவிர்க்கப்பட வேண்டும். இங்கு இடித்தல் இயல்பைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு எளிதில் தீப்பிடிக்கும் நீள் சங்கிலி ஹைட்ரோகார்பன்கள் கூடுதலான விழுக்காட்டில் இடம்பெற வேண்டும். இடித்தல் தன்மையை அளப்பதற்குச் சீட்டேன் எண் எனும் அளவை நிறுவப்பட்டுள்ளது. $C_{16}H_{34}$ எனும் மூலக்கூறு வாய்பாடு கொண்ட நீள் சங்கிலி ஹைட்ரோகார்பனான சீட்டேனுக்குச் சீட்டேன் எண் 100-ஆகவும், சிறிய வடிவமைப்புள்ள மெத்தில் நாஃப்தலீன் என்னும் ஹைட்ரோகார்பனுக்குச் சீட்டேன் எண்

சுழியாகவும் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. பல்வேறு பருமன் விழுக்காடுகளில் தயாரிக்கப்பட்ட இவ்விரு பொருள்களின் கலவைகளை ஒவ்வொன்றாக ஓர் அமுக்க மூட்டு பொறியில் எரித்து, அதன் மாறுநிலை அமுக்க விழுக்காட்டை (critical compression ratio) கண்டறிய வேண்டும். ஆய்வுக்குட்படுத்தப்பட்டுள்ள எரிபொருளின் மாறுநிலை அமுக்க விழுக்காட்டையும் ஆய்வு மூலம் கண்டறிந்து நியம கலவைகளின் மதிப்புகளுடன் ஒப்பிட வேண்டும். எக்கலவையின் மாறுநிலை அமுக்க விழுக்காடு ஆய்வு எரிமத்தின் மாறுநிலை அமுக்க விழுக்காட்டுக்குச் சமமாகவுள்ளதோ அக்கலவையில் சீட்டேனின் விழுக்காடு ஆய்வு எரிமத்தின் சீட்டேன் எண்ணாகும். சிறந்த டீசலின் கொதிநிலை வரம்பு 200 - 350°C ஆகும்.

உயவு எண்ணெய்கள் அவற்றைப் பயன்படுத்தும் அமைப்புகளைக் கொண்டு வகையிடப்படுகின்றன. அவை அச்சாணி, மற்றப் பொறிப் பகுதிகளுக்குப் பயன்படும் வகை, இழுப்பி, பறக்கும் ஊர்தி ஆகியவற்றில் பயன்படுவன, உருளி (turbine), அமுக்கி (compressor) ஆகியவற்றில் பயன்படுவன, நீராவிப் பொறியில் பயன்படுவன.

முதற்கட்டப் பெட்ரோலியச் செயல்முறைகள். பண்படா எண்ணெயிலிருந்து மணல், களிமண் கரைந்த வளிமங்கள், கனிம உப்புகள், ஈரம் ஆகியவற்றை அகற்றுதல் தொடக்கநிலைச் செயல்முறைகளுள் அடங்கும். இம்மாசுப் பொருள்களுள் ஒரு பகுதி பெட்ரோலிய எண்ணெய்க் கிணறுகளிலும் மற்றவை பெட்ரோலிய தூய்மிப்பு அமைப்புகளிலும் அகற்றப்படுகின்றன.

பிடிப்பான்களைப் பயன்படுத்திக் கரைந்த வளிமங்கள் அகற்றப்படுகின்றன. பெட்ரோலியத்தை அழுத்தக் குறைப்புக்கு உட்படுத்தும்போது கரைந்த வளிமங்கள் வெளிவருகின்றன. பண்படா எண்ணெயை மீண்டும் மீண்டும் சுடுநீரில் கழுவினால் கனிம உப்பு நீக்கமடைகிறது.

பண்படா எண்ணெயை நீண்ட நேரம் ஒரு கலத்தில் நிறுத்திவைத்தால், நீர்நீக்கம் நிகழ்கிறது. நீரும் எண்ணெயும் கலந்து ஒரு பால்மம் உருவாவதால் நீர் நீக்கம் முழுமையாவதில்லை. நாஃப்தீனிக் அமிலங்களில் சோடியம் உப்புகளைச் சேர்த்துப் பால்மத்தை முறிக்கலாம். மற்றொரு பால்ம முறிப்பு (demulsification) உத்தியில் ஒரு பெட்ரோலிய நீர்மப் படலத்தை மிக உயர் வெப்பநிலையில் இரு மின்முனைகளுக்கிடையில் 30-40 கிலோவோல்ட் மின்னழுத்தத்தில் செலுத்துவர்.

அடுத்த கட்டத்தில் எண்ணெயைச் சற்றே சூடுபடுத்தி, புரோப்பேன்-பியூட்டேன் வளிமங்களை மட்டும் பிரித்தெடுத்தல் நிகழ்த்தப்படுகிறது. அழுத்தத்தில் நீர்மமாக்கப்பட்ட இவ்வளிமங்களைச் சமையல் எரிமமாகப் பயன்படுத்தலாம்.

பெட்ரோலிய எண்ணெய்த் தூய்மிப்பு முறைகளை அவற்றிலிருந்து எதிர்பார்க்கப்படும் பொருள்களின் அடிப்படையில் வகையிடலாம். அவை: எரிமச் செயல்முறைகள் (எரிமங்களைப் பிரிக்கும் முறை), எரிம உயவுச் செயல்முறைகள் (எரிமங்களுடன் உயவுப் பொருள்களையும் தரவல்லன), பெட்ரோ வேதிப் பொருள் ஒருங்கிணைந்த முறைகள் (எரிமம், உயவுப் பொருள் மற்றும் வேதிப் பொருள் தொழிலுக்கான பண்படாப் பொருள்கள் ஆகியனவற்றைத் தரவல்லன) என்பன. இச்செயல்முறைகளின் உட்பிரிவுகள் யாவற்றிலும் இரு பொது உத்திகளுள் ஒன்று புலப்படுகிறது. இவற்றுள் ஒன்று இயற்பியல் வகை, மற்றொன்று இயைபியல் (வேதியியல்) வகை. இயற்பியல் வகைச் செயல்முறைகளை ஒருமச் செயல்முறைகள் (unit operations) எனவும், இயைபியல் வகை வழிமுறைகளை ஒரும வினை முறைகள் (unit processes) எனவும் கருதலாம்.

இயற்பியல் முறைகள் பெட்ரோலியப் பொருள்களின் இயற்பியல் பண்பு வேறுபாடுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு நிகழ்த்தப்படுபவை. கொதிநிலை, படிகமாகும் வெப்பநிலை, கரைதிறன் ஆகியன இவற்றுள் அடங்கும். பண்படா எண்ணெயை வடித்துப் பகுத்தல் மூலம் பல நீர்ம எரிமங்களாகப் பிரித்தல் இயற்பியல் முறைகளில் முதன்மையானது.

இயைபியல் முறைகளுள் பிளத்தல் (cracking), அல்க்கைலேற்றம் (alkylation) பல்லுறுப்பாக்கம் (polymerisation) மாற்றியமாக்கல் (isomerisation) ஆகியன முதன்மை பெற்றவை.

பெட்ரோலியப் பொருள்களைப் பிரித்தெடுப்பதற்கு எண்ணெயைச் சூடுபடுத்த வேண்டும். இதனைக் குழாய் உலைகளைப் பயன்படுத்தி நிகழ்த்தலாம்.

வளிம எரிமங்களை எரித்து வெளியாகும் வெப்பத்தைக் கதிர்வீச்சு, வெப்பச் சலனம் ஆகிய வழிமுறைகளில் குழாயில் பாயும் நீர்மத்தைச் சூடுபடுத்தப் பயன்படுத்தலாம். கதிர்வீச்சு வகைக் குழாய்களின் புறப்பரப்பளவும் (Ar) வெப்பச் சலனக் குழாயின் புறப்பரப்பு அளவும் (Ac) கீழ்க்காணும் கோவைகளில் தரப்பட்டுள்ளன.

$$Ar = \frac{Qr}{\sigma r} \quad Ac = \frac{Qc}{kt \times \Delta t}$$

இங்கு Qr மற்றும் Qc முறையே கதிர்வீச்சினாலும், வெப்பச் சலனத்தினாலும் மாற்றப்படும் வெப்பத்தின் அளவுகள் (கி.ஜூ/மணி) ; σr கதிர்வீச்சுக் குழாயின் வெப்பச் செறிவு (thermal intensity), Δt = பண்படாப் பொருளுக்கும் எரிவளிமங்களுக்கும் இடைப்பட்ட வெப்பநிலை மடக்கை வேறுபாடு, kt வெப்ப மாற்றக் குணகம் (கி. ஜூ.மீ $^{-2}$ மணி $^{-1}$ K^{-1}).

பெட்ரோலிய தூய்மிப்பில் இயற்பியல் வழிமுறைகள். பெட்ரோலிய எண்ணெயை நேரடி வாலைவடித்தலுக்கு உட்படுத்தி (straight run distillation) லிக்ராயின், பெட்ரோலியம் ஈதர், பெட்ரோல், நாஃப்தா, கெரோசின் (மண்ணெண்ணெய்), டீசல் எண்ணெய் ஆகியவற்றைப் பெறலாம். கசடாகத் தங்கும் எண்ணெயை வெற்றிட வாலை வடித்தல் வாயிலாக அச்சாணி ஆயில், எந்திர எண்ணெய், லேசான உருளை எண்ணெய், கனமான உருளை எண்ணெய், புகைக்கீல் (asphalt) எனப் பிரிக்கலாம். அறை அழுத்தத்தில் வாலைவடித்துப் பெறப்படும் பின்னங்களை மறுவாலைவடித்தல் செய்து மேலும் சில பொருள்களைப் பெறலாம். அறை அழுத்த வாலை வடித்தலுக்குப் பயனாகும் பெட்ரோலியம் 300-350°C வெப்பநிலை வரம்பிலும் குறை அழுத்தத்தில் வாலை வடித்தலுக்கு 400-420°C வெப்பநிலை வரம்பிலும் எண்ணெய்க் கலவை புகுத்தப்படுகிறது. பொதியுறு குழாய்ப் பரிமாற்றி (shell and tube heat exchangers) பயன்படுத்தப்படுவதால் வாலை வடிக்கப்படும் பொருள்களின் வெப்பம் பண்படா எண்ணெய்க்கு எளிதில் மாற்றப்படுகிறது. நேரடி வாலை வடித்தல் வாயிலாக வெளிவரும் பெட்ரோல் மொத்த பண்படா எண்ணெயில் 3-15% ஆகும். பெரும்பாலும் பாரஃபீன்களையும், நாஃப்தீன்களையும் அடக்கியுள்ள இப்பெட்ரோலின் ஆக்டேன் எண் வரம்பு 50-80க்குள் இருக்கும். எத்தில் நீர்மக் கலப்பினால் இந்த ஆக்டேன் எண்ணை 95வரை உயர்த்தலாம்.

பெட்ரோலிய தூய்மிப்பில் வேதிச் செயல்முறைகள். வேதிச் செயல்முறைகளுள் முதன்மையானது பிளத்தல் ஆகும். பெட்ரோலிய வாலை வடித்தல் விளைபொருள்களுள் பெட்ரோலுக்கு மட்டுமே தேவை மிகுதி. எனவே, உயர் கொதிநிலை கொண்ட பிற பெட்ரோலிய பின்னங்களைப் பெட்ரோலாக மாற்றுதல் விரும்பத்தக்கது. நீண்ட மூலக்கூறுகளைச் சிதைத்து C_5 - C_9 என்னும் வரம்புக்குள் கொண்டுவர முயலும் உத்தி, பிளத்தல், எனப்படும். பிளத்தல் நிகழ்ச்சியில் பாரஃபீன்கள் உடைவதுடன் ஹைட்ரஜன் நீக்கத்துக்கும் உள்ளாவதுண்டு. வளைய பாரஃபீன்கள் (naphthenes) ஹைட்ரஜன் நீக்கமுற்று அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களைத் தருகின்றன; கல்கரியும் விளைவாகலாம். வினையூக்கியைப் பயன்படுத்தாமல் மிக உயர் வெப்பநிலைகளில் பிளத்தலை நிகழ்த்தலாம். இதற்கு 60 வளிமண்டலம் வரை அழுத்தம் தேவை. வினையூக்கி வகைப் பிளத்தலுக்கு 450-520°C வெப்பநிலை வரம்பும் 1-2 வளிமண்டல அழுத்த வரம்பும் போதுமானவை. நுண்துளை மிகுந்த அலுமினோ சிலிக்கேட்டுகள் (சிறப்பாகத் தொகுப்புவகைப் பொருள்கள்) சியோலைட் எனும் பெயரில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பிளத்தல் வினையில் கிடைக்கும் விளைபொருள்களைப் பற்றிய தன்மையை அறிவதற்கு ஹைட்ரோகார்பன் மாற்று வினைகளுள் எது நிகழ்வதற்கு வாய்ப்பு கூடுதலாகவுள்ளது என அறிதல் தேவை. இதற்குப் பல ஹைட்ரோ கார்பன்களில் உருவாதல் வினைகளின் கட்டிலா ஆற்றல்களை வெப்பநிலையின் சார்பலனாகக் கொண்ட வரைபடத்தை (Ellingham diagram) வரைய வேண்டும். 300-1200°C வெப்பநிலை வரம்பில் இவ்வகை வரைபடம் ஆய்வு வழி ΔG எண் மதிப்புகளைக் கொண்டு தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வரைபடத்தை நோக்குகையில் எவ்வெப்பநிலையிலும் அனைத்து ஹைட்ரோ கார்பன்களுக்குள் மெத்தேனே நிலைத்தன்மைமிக்கது என்பது தெளிவாகிறது. மூலக்கூறின் நீள அதிகரிப்பிற்கேற்ப ஹைட்ரோகார்பன்களின் நிலைத்தன்மை குறைகிறது. இதன் விளைவாக, வெப்பநிலை உயர்வால் நீண்ட சங்கிலி ஹைட்ரோகார்பன்கள் முதலில் பிளவுகின்றன. வெப்பநிலை உயருகையில் பிணைப்பு முறிதல் இருக்கை (position of bond clevage) மையப் பகுதியிலிருந்து மூலக்கூறின் முனைக்கு நகருகிறது. இதன் விளைவாக 820K வரையிலான உயர் வெப்பநிலைகளில் மெத்தேன் முதன்மையான விளைபொருளாகிறது. 820K க்கு மேல் மெத்தேனும் சிதைவுற்றுக் கார்பனும், ஹைட்ரஜனும் உண்டாகின்றன.

அர்ரேனியஸ் சமன்பாட்டின் அடிப்படையில் பிளத்தல் வினையின் விரைவு வெப்பநிலைச் சார்பலன் அறியப்பட்டுள்ளது. எனினும், சார்பலனின் வடிவம் (form) பிளத்தலுக்குட்படும் எண்ணெயின் இயல்பினைப் பொறுத்ததாகும். பிளத்தலின் விரைவு ஒருபடி வினையாகக் கருதப்படுகிறது. இவ்வினைப்படி மதிப்பு முதனிலை வினைகளை மட்டும் கருத்தில் கொண்டு பெறப்பட்டது. கிளை வினைகள், தொடர்வினைகள் ஆகியவற்றையும் கருத்தில் கொண்டு விரைவு மாறிலியைக்

கண்டறிகையில் வினைப்படி அனைத்து எண்ணெய்களுக்கும் சீரான மதிப்பில் இருப்பதில்லை.

பிளத்தல் வினை நிகழ்த்துவதன் முதன்மையான நோக்கம் பெட்ரோலைப் பெறுவதே. வெப்பநிலை உயருகையில் பிளத்தலால் விளையும் பெட்ரோலின் விழுக்காடும் உயருகிறது. ஒரு வெப்பநிலைக்கு மேல் பெட்ரோலின் விழுக்காடு குறைகிறது. எனவே, பெட்ரோலைப் பெரும அளவில் ஈயவல்ல ஏற்ற வெப்பநிலை அறியப்பட வேண்டும். இதே போன்று பிளத்தல் வினைக்குள்ளாகும் வினைக் கலவை வினைக்கலத்தில் நிலவும் கால இடைவெளி (residence time) மிகக் குறைவாகவோ, மிகக் கூடுதலாகவோ இருத்தல் கூடாது.

அழுத்தம் பிளத்தல் வினையின் விளைச்சலைப் பாதிக்கிறது. பிளத்தல் வினைகளில் வளிம வினைப்பொருள்கள் கூடுதலாக விரும்பப்பட்டால், குறை அழுத்தமும், நீர்ம விளைபொருள்கள் கூடுதலாக விரும்பப்பட்டால் மிகை அழுத்தமும் பயன்படுத்தப்பட வேண்டும்.

வெப்பத்தால் மட்டும் நிகழ்த்தப்படும் பிளத்தல் வினைக்கலத்தில் 30-35% பெட்ரோலும், 10-15% வளிமங்களும், 50-55% பிளவுறாத எஞ்சிய எண்ணெயும் உள்ளன. நேரடியாகப் பண்படா எண்ணெயை வாலை வடித்துப் பெறப்படும் பெட்ரோலைவிடப் பிளத்தல் வகைப் பெட்ரோலுக்கு இடித்தல் இயல்பு குறைவாகும். பிளத்தல் வகைப் பெட்ரோலின் ஆக்டேன் எண் ஏறத்தாழ 70 ஆகும். வினைத்திறன் மிக்க நிறைவுறா ஹைட்ரோகார்பன்கள் மிகுந்திருப்பதால் பிளத்தல் வகைப் பெட்ரோல், வாலைவடித்தலால் கிடைக்கும் பெட்ரோலைவிட நிலைத்தன்மை குறைவாகக் கொண்டது.

வினையூக்கி வழிப் பிளத்தல் முறையில் பெட்ரோலின் விளைச்சல், ஆக்டேன் எண் இரண்டுமே கூடுதலாகவுள்ளன. சாதாரண வெப்பவகைப் பிளத்தலைவிட வினையூக்க வகைப் பிளத்தலின் விரைவு ஏறக்குறைய 4000 மடங்கு கூடுதலாகும். வினையூக்க வகைப் பிளத்தலில் பின்வரும் எளிய கட்டங்கள் அடங்குகின்றன. அவை வினையூக்கியின் பரப்பை நோக்கி வினைப்படுபொருள் விரவுதல், வினையூக்கப் பரப்பில் உட்கவரப்படல் (adsorption), இடைநிலை அணைவுகள் உருவாதல், பிளத்தல் வினைவிளை பொருள்கள் தோன்றுதல், விளைபொருள்கள் வினையூக்கிப் பரப்பிலிருந்து விலகிச் செல்லுதல் (desorption) என்பன. இக்கட்டங்களுள் மிக மெல்ல நிகழும் கட்டத்தைப் பொறுத்து மொத்த வினையின் விரைவைக் கூடுதலாக்குவதற்கு வழிமுறைகள் வகுக்கப்படுகின்றன.

வினையூக்க வகைப் பிளத்தலில் நிலைத்தன்மைமிக்க மூலக்கூறுகளாக விளங்குபவை கிளைச் சங்கிலிகளற்ற பாரஃபீன்களும், அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோ கார்பன்களுமேயாகும். நீண்ட கிளைச் சங்கிலிகளையுடைய ஓலிஃபீன்கள், நாஃப்தீன்கள் மற்றும் அரோமாட்டிக்குகள் எளிதில் சிதைவுறுகின்றன. அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களின் கிளைச் சங்கிலிகள் தனியாக அகலுகின்றனவேயல்லாமல் வளையங்கள் சிதைவுறுவதில்லை. எனவே, எளிய அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களும் நிறைவுறா ஹைட்ரோகார்பன்களும் மிகுகின்றன. இந்நிறைவுறா ஹைட்ரோகார்பன்கள் மாற்றியமாக்கல், பலபடியாக்கல், அரோமாட்டிக் வளைய உருவாக்கல் (aromatisation) ஆகிய வினைகளுக்குட்படுகின்றன. பிளத்தலில் உடன் விளைவாகும் கல்கரி, வினையூக்கியின் பரப்பின் மீது படிய வாய்ப்பு உள்ளது. வினையூக்கியை மறு சுழற்சி செய்வதற்கு முன் அதன் புறப்பரப்பின் மீது படிந்துள்ள கரியை எரித்தல் மூலம் அகற்ற வேண்டும்.

வினையூக்கி வகைப் பிளத்தலில் வினையூக்கப்பட்ட பிளத்தல், வினையூக்கி மறுசெறிப்பு (regeneration) ஆகிய இரு கட்டங்கள் உள்ளன. இவ்விரண்டு கட்டங்களையும் ஒரே வினைக்கலத்தில் மாறி மாறி நிகழ்த்தலாம். அல்லது வெவ்வேறு வினைக்கலங்களில் நிகழ்த்தலாம். வடிப்படுகை (filter bed) எனும் அமைப்பில் வினையூக்கியால் நிரப்பட்ட குழாய் வழியே வினைப்படுபொருள் கலவை செலுத்தப்படுகிறது. வினையூக்கி செயல்திறன் குன்றுகையில் அதாவது, கல்கரியால் மூடப்படுகையில், வினைப்படுபொருளின் ஓட்டத்தை நிறுத்திக் காற்று செலுத்தப்பட்டு வெப்பநிலை உயர்த்தப்படுகிறது. இதன் விளைவாகக் கரி எரிந்து வினையூக்கி மீண்டும் செயல்மிக்கதாகிறது. பாய்மப் படுகை (fluidised bed) வகை வினைக்கலத்தில் வினையூக்கி நுண்தூளாக்கப்பட்டு, பிளத்தலுக்கு உட்படுத்தப்படும் எரிமத்துடன் இரண்டறக் கலக்கப்பட்டு வினைக்கலத்தினுள் செலுத்தப்படுகிறது. வினைக்கலத்திலிருந்து வெளிவந்த பின்பு, பிளத்தல் வினை விளைபொருள்களை வினையூக்கியிலிருந்து பகுதிப் பிரிப்பு முறையில் பிரித்து, கரியால் மூடப்பட்ட வினையூக்கித் தூளைப் பிறிதோர் உயர்வெப்பக் கலத்தில் செலுத்திக் கரியை எரிப்பர். இவ்வெரிதலில் உமிழப்படும் வெப்பம் வினைக்கலத்தில் பண்படாப் பொருளைத் தொடக்கத்தில் சூடுசெய்வதற்கு உதவும்.

வினைக்கலம், வினையூக்க மீட்புக்கலம் ஆகியவற்றின் அளவுகள் இவ்வமைப்பில் கையாளப்படும் பொருளின் அளவைப் பொறுத்தவை.

$$D = \sqrt{\frac{4Vg}{\Pi Wg}}$$

இங்கு D : வினையூக்கக் கலத்தின் குறுக்களவு

Vg : ஒரு நொடிக்கு வினைக்கலத்தில் புகுந்து வெளிவரும் வளிமக் கலவையின் பருமன்

Wg : வளிமக்கலவையின் பாய்ம விரைவு

Vg இன் எண் மதிப்பு பிளத்தல் நிகழ்ச்சியின் ஆழத்தைப் பொறுத்தது.

$$Vg = \left(\frac{Wg}{Mg} + \frac{Wp}{Mp} + \frac{Wb}{Mh}\right)\frac{22.4}{3600} \times \frac{(273 + t_c)}{273} \times \frac{760}{p}$$

Wg, Wp, Wn ஆகியன முறையே கிடைக்கப்பெறும் வளிமம், பெட்ரோல், மற்ற உயர் கொதிநிலை பிரிகை நீர்மங்கள் ஆகியவற்றின் எடைகள். Mg, Mp, M ஆகியன முறையே அவற்றின் சராசரி மூலக்கூறு எடைகள். t_c = வினையூக்க படுகையின் வெப்பநிலை, P = வளிமக் கலவையின் அழுத்தம்.

பெரும பாய்வு விரைவு ரேனால்டு எண் (R_e) எனும் துணையலகைக் கொண்டு அளக்கப்படுகிறது.

$$Re = \frac{Ar}{18 + 0.61\sqrt{Ar}}$$

Ar : ஆர்கிமிடீஸ் எண்

மிக நுண்ணிய வினையூக்கத் துகள்கள் படுகையிலிருந்து விடுபடும் நிலையை Re குறிக்கும்.

சிறும பாய்வு அளவு Rf எனும் துணையலகால் குறிப்பிடப்படுகிறது.

$$Rf = \frac{Ar}{1400 + 5.22\sqrt{Ar}}$$

இங்கு R_f வினையூக்கித் துகள்களுள் மிகப் பெரிய துகள்கள் சிதறி நிற்கும் நிலையைக் குறிக்கும் ரேனால்டு எண். ஆர்கிமிடீஸ் எண் கீழ்க்காணும் கோவையின் வாயிலாகக் கணக்கிடப்படுகிறது.

$$Ar = \frac{gd^3}{\gamma^2} \times \frac{Ps - Pg}{Pg}$$

g : புவி ஈர்ப்பு முடுக்கம் Ps : திண்மத் (வினையூக்கி) துகள்களின் அடர்த்தி

γ : வளிமத்தின் பாகுநிலை Pg : வளிமத்தின் அடர்த்தி

வினையூக்க வகைப் பிளத்தலில் வெப்பவகைப் பிளத்தலில் கிடைக்கும் பெட்ரோலைவிடக் கூடுதலான ஆக்டேன் எண் கொண்ட பெட்ரோல் கிடைக்கும். எத்தில் நீர்மம் கலக்கப்படாத நிலையிலேயே ஆக்டேன் எண் 76-82 வரம்பில் இருக்கும். பிளத்தலுக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட பண்படாப் பொருளில் 70% பெட்ரோலாக மாறிவிடுகிறது. பிளத்தல் உடன் விளைவான வளிமக்கலவையில் C_1 - C_4 வரம்பில் நிறைவுற்ற மற்றும் நிறைவுறா ஹைட்ரோகார்பன்கள் உள்ளன. பண்படா எண்ணெயில் 12-15% வரை வளிமக்கலவையாகிறது. 10% கல்கரியாக மாறி வினையூக்கியின் மீது படிகிறது.

வினையூக்கி வகைத் திருத்தச் செயல்முறையில் (catalytic reforming) ஆறு கார்பன் வளையப் பாரஃபீன்கள் அரோமாடிக்குகளாகவும், பாரஃபீன்கள் ஹைட்ரஜன் நீக்கமும் வளைய ஏற்றமும் அடைந்து அரோமாட்டிக்குகளாகவும் மாற்றியமாக்கல் விளைபொருள்களாகவும் மாறுதல் நிகழ்கிறது. இம்முறையால் உயர் ஆக்டேன் எண் கொண்ட பெட்ரோல்களும், பென்சீன், டொலுயீன், சைலீன் போன்ற அரோமேட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இத்திருத்த முறைக்குப் பிளாட்டினம் (அலுமினியம் ஆக்சைடு தாங்கியாக) வினையூக்கியாகப் பயன்படுகிறது. இம்முறையை 480-510°C வெப்பநிலையிலும் 15-30 வளிமண்டல அழுத்தத்திலும் நிகழ்த்தினால் பென்சீனும், டொலுயீனும் முதன்மையான விளைபொருள்களாகின்றன. 50 வளிமண்டல அழுத்தத்தில் நிகழ்த்துகையில் ஆக்டேன் எண் 98 கொண்ட உயர் வகைப் பெட்ரோல் முதன்மையான விளைபொருளாகிறது.

இம்முறையில் ஒலிஃபீன்கள் ஹைட்ரஜனேற்றம் அடைகின்றன; கந்தகப் பொருள்கள் H_2Sஆக மாற்றப்படுகின்றன. எனவே, இப்பெட்ரோலில் கந்தக அடக்கம் குறைவாகவும், நிலைத்தன்மை மிகுதியாகவும் உள்ளன. இங்கு விளைவாகும் வளிமக் கலவை பண்படாப் பொருளின் எடையில் 5-15-% இருக்கும். இவ்வளிமக்கலவையில் ஹைட்ரஜன், மெத்தேன், புரோப்பேன், பியூட்டேன் ஆகியன உள்ளன.

வாலைவடித்தல் வாயிலாகவும், பிளத்தல் வாயிலாகவும் கிடைக்கும் எரிமங்களைத் தூய்மையாக்குதல் ஓர் இன்றியமையாத கட்டமாகும். பல ஆண்டுகளாகத் தூய்மையாக்குதலுக்குக் கந்தக அமிலம் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது. இங்கு விளையும் கசடை அகற்றுவது கடினமாதலால், இம்முறைக்குப் பதிலாக ஹைட்ரோ தூய்மையாக்கல் (hydrorefining) என்னும் முறை அண்மைக் காலத்தில் வழக்கத்திற்கு வந்துள்ளது. பெட்ரோலை ஹைட்ரஜனுடன் Al - Mo - Co வினையூக்கியின் முன்னிலையில் 380-420°C இலும் 35-40 வளிமண்டல அழுத்தத்திலும் வினைப்படுத்தினால் ஹைட்ரஜன், கந்தகம், நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் ஆகியவற்றுடன் வினையுற்று முறையே H_2S, NH_3, H_2O ஆகியவற்றைத் தருகிறது. இவற்றைப் பெட்ரோலிலிருந்து எளிதில் பிரிக்கலாம். இம்முறை வழக்கத்திற்கு வந்தபிறகு உயர் கந்தக அடக்கம் கொண்ட பெட்ரோலிய பண்படாப் பொருள்களையும் எரிமத் தயாரிப்புக்குப் பயன்படுத்தலாம் என்னும் நிலை உருவாகியுள்ளது. வேதி முறைகள் மட்டுமல்லாமல் இயற்பியல் முறைகளும் பெட்ரோலைத் தூய்மையாக்குவதற்குப் பயன்படுகின்றன. சிலிக்காக் கூழ், சில களிமண் வகைகள் ஆகியன உறிஞ்சல் (absorption) முறைக்கு ஏற்றவை. நைட்ரோபென்சீன், நீர்ம ஃபர்பியூரால் ஆகிய கரைப்பான்களைக் கொண்டும் மாசகற்றம் செய்யலாம். இந்நிலையிலும் பெட்ரோலியப் பொருள்கள் நிலைத்தன்மை பெறவில்லையாயின், ஃபீனால், அரோமாட்டிக் அமீன்கள், அமினோஃபீனால்கள் ஆகியவற்றை ஆக்சிஜனேற்ற தடுப்பிகளாகப் (antioxidants) பயன்படுத்தி நிலைத்தன்மையை நிறுவலாம்.

- *மே.ரா. பாலசுப்ரமணியன்*

நீர்மக் கட்டமைப்பு

நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்னால் வாண்டர் வால் என்னும் அறிவியலார் ஒரு நீர்மத்தின் நிலைச் சமன்பாட்டைச் சற்றே திருத்தி அமைப்பதன் மூலம் அதை வளிமத்திலிருந்து வேறுபடுத்திக் காட்டலாம் எனக் கருத்துத் தெரிவித்தார். நிலைச்சமன்பாடு ஒரு பொருளின் அழுத்தம், பருமம் வெப்பநிலை ஆகியவற்றுக்கு இடையிலான செயல்படு தொடர்பு ஆகும். அக்காலத்தில் ஒரு சிறப்பியல் வளிமத்திற்கு $Pv = RT$ என்பது நிலைச்சமன்பாடாக அறியப்பட்டிருந்தது. இதில் R என்பது ஒரு மாறிலி. ஒரு நீர்மம் வளிமத்தை விட மிகக் குறைந்த பருமத்தையே அடைத்துக் கொள்வதால் நிலைச் சமன்பாட்டில் திருத்தம் செய்ய வேண்டியிருந்தது. எனவே மூலக் கூறுகள் அடைத்துக் கொள்கிற பருமமான b ஐப் புறக்கணிக்க முடியாமல் போயிற்று. மேலும் மூலக்கூறுகள் நெருக்கமாக அமைந்துள்ளபோது அவை ஒன்றன் மேல் ஒன்று கவர்ச்சி விசைகளைச் செலுத்திக் கொள்கின்றன. இதனால் நீர்மத்தை அடக்கி வைக்கத் தேவையான அழுத்தத்தின் அளவு குறைகிறது. இவ்வாறு வாண்டர்வால்

$$\left(P + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT$$

என்னும் சமன்பாட்டை வருவித்தார். இங்கு a என்னும் மாறிலி ஒரு குறிப்பிட்ட வளிமத்தின் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையிலான கவர்ச்சி விசையின் ஓர் அளவு ஆகும். இந்தச் சமன்பாடு பொருளின் நிலைகளுக்கு இடையில் ஒரு தொடர்ச்சி உள்ளமையைக் காட்டியது. இதன்படி நீர்ம நிலையும் வளிம நிலையும் ஒரே அமைப்பின் இரண்டு கட்டங்கள் என்பது தெளிவாயிற்று. எனவே இரண்டுக்கும் ஒரே மாதிரி அமைப்பு பொருத்தமாக இருக்க முடியும். வாண்டர்வால் சமன்பாடு பருமத்தில் மும்மடியான வடிவம் கொண்டது. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்குக் கீழே பருமத்திற்கு மூன்று மெய்யான மூலங்களும் அந்தக் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு மேலே ஒரே ஒரு மூலமும் உள்ளன. இந்தக் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை, மாறுநிலை வெப்பநிலை எனப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்தத்திலும் வெப்பநிலையிலும், பருமத்தின் மூன்று மூலங்களில் பெருமமாயும், சிறுமமாயும் இருப்பவை நீர்மமும் அதன் ஆவியும் சேர்ந்து சமநிலையில் உள்ளமையை விவரிக்கின்றன. நடுவில் உள்ள மூலத்திற்கு இயல்பான பொருள் எதுவும் இல்லை. மாறுநிலை வெப்பநிலைக்கு மேலே பொருள் நீர்மமாக இருக்க முடியாது.

பொருளின் நிலைத் தொடர்ச்சியைத் திண்ம நிலைக்கும் நீட்டிக்க முடியும் என்பதை அப்போது வாண்டர்வால் அறிந்து கொள்ளவில்லை. அவருடைய சமன்பாட்டை

$$\frac{pv}{RT} = \frac{v}{v - b} - \frac{a}{vRT}$$

எனத் திருத்தி எழுதுவதன் மூலம் இதை மெய்ப்பிக்கலாம். $v / (v-b)$ என்னும் உறுப்பு மூலக்கூறுகளுக்கு இடையிலான கவர்ச்சி விசைகளைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளாமல் துகள்கள் திணிக்கப்பட்டிருப்பதை மட்டும் விவரிக்கிற ஒரு வடிவியல் காரணி என்பதைப் புரிந்து கொள்ள முடிகிறது. இத்தகைய மூலக்கூறுகளைக் கெட்டியான கோளங்களாகச் சிறப்பியல் தன்மையில் குறிப்பிடலாம். $v / (v-b)$ என்னும் உறுப்பு அவற்றின்

நிலைச் சமன்பாட்டுக்கு ஒரு செம்மையற்ற தோராயமாக அமையும். கெட்டியான கோளங்கள் சாத்தியமான அனைத்துப் பருமங்களிலும் சிக்கலான விதத்தில் பொதிந்திருப்பதை விவரிக்கிற வகையில் ஒரு நிறைவான நிலைச்சமன்பாடு இன்று வரை உருவாக்கப்படவில்லை. ஆனாலும் அண்மைக் காலத்தில் இத்தகைய அமைப்புக்குக் கணிப்பொறிகளில் எண்ணியல் செயல் முறைகளின் (numerical simulations) மூலம் பல முடிவுகள் வருவிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக் கொண்டிருப்பதற்குத் தேவையானதைவிட அதிகமான பருமம் உள்ளபோது கெட்டிக் கோளங்கள் திண்ம நிலையாகப் புரிந்து கொள்ளக்கூடிய ஓர் ஒழுங்கான அணி வகுப்பில் நிலை கொள்கின்றன எனவும், மேலும் அதிகமான பருமங்களில் உருகத் தொடங்கி விடுகின்றன எனவும் இந்த முடிவுகள் நம்பக்கூடிய வகையில் நிகழ்த்திக் காட்டுகின்றன. மிகத் துல்லியமான கெட்டிக் கோளப்பண்புகளால் மாற்றியமைக்கப்பட்ட வாண்டர்வால் சமன்பாடு, எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையிலும் திண்மமாக உறைவதற்கு முன் ஒரு நீர்மம் பெற்றிருக்கக்கூடிய சிறுமப் பருமத்தையும் விவரிக்கிறது. இத்தகைய வெப்பநிலைகளில் சிறுமமாக இருப்பது மும்மைப் புள்ளி எனப்படும். மும்மைப் புள்ளியில் பொருளின் திண்ம, நீர்ம, வளிம நிலைகள் சேர்ந்தாற்போலச் சம நிலையில் இருக்கின்றன.

விரியல் விரிவு. வாண்டர்வால், தம் திருத்திய சமன்பாட்டை வெளியிட்ட பிறகு ஒரு வளிமம் அல்லது திண்மப் பொருளின் திருத்திய நிலையின் அடிப்படையில் நீர்மக் கட்டமைப்பை விவரிப்பதற்குப் பல முயற்சிகள் செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. திண்ம நிலையும், வளிம நிலையும், நீர்ம நிலையிலிருந்து மிகுதியும் வேறுபட்டிருப்பதன் காரணமாக இந்த முயற்சிகள் முழுமையாக வெற்றி பெறவில்லை. ஒரு சிறப்பியல் தன்மை கொண்ட வளிமத்தையும், சீரிசை இயக்கத் தன்மையுள்ள திண்மப் பொருளையும் பற்றி எளிய கொள்கைகள் பல இருந்ததும் நீர்ம நிலைக்கு இதே போன்ற ஓர் எளிய, கணிதக் கொள்கைக்கு இட்டுச் செல்லக் கூடிய ஒரு சிறப்பான உருவாக்கம் இராமையும், அவற்றை முன் மாதிரியாக வைத்து நீர்ம நிலைக்கும் ஓர் எளிய கொள்கையை உருவாக்கச் செய்யப்பட்ட முயற்சிகளுக்குத் தூண்டுகோலாக இருந்தன. இவ்வாறு சிறப்பியல் வளிம மாதிரியை மூலக்கூறுகளின் திரள்தலுக்கு விளக்கம் அளிக்கக்கூடிய வகையில் மாற்றியமைத்தபோது விரியல் விரிவு (virial expansion) என்னும் கணித முறை தோன்ற வழி ஏற்பட்டது. இந்த விரிவில் ஒவ்வோர் அடுத்தடுத்த உறுப்பும் ஒவ்வொரு மூலக்கூறாகக் கூட்டி உருவாக்கப்பட்ட திரள்களின் பண்புகளுக்கு விளக்கம் அளிக்கிறது. நீர்மம் இத்தகைய மிகுதியான மூலக்கூறுகள் கொண்ட ஒரு பெருந்திரளாகக் கொள்ளப்படுகிறது. நீர்மங்களுடன் தொடர்பு படுத்தக்கூடிய ஒரு வரையற்ற திரளின் பொதுப்பண்பு களைக் கண்டுபிடிக்க முடியும் அல்லது குறைந்தது வளிமத்தின் உறை நிலையில் விரியல் வரிசைகள் விரிவடைவதையாவது மெய்ப்பிக்க முடியும் என்று நம்பப்படுகிறது. ஆனால் இதுவரை அந்த நம்பிக்கை நிறைவேறவில்லை.

இதற்கு மாறாக ஒரு நீர்மத்தில் மூலக்கூறுகள் அதிகப் பருமனை அடைத்துக் கொண்டு அதிக அளவில் இயக்கத்தைப் பெற்றிருப்பதை விளக்குகிற வகையில் ஒரு சிறப்பியல் தன்மையான படிகத்தின் அணிக்கோவையில் மூலக்கூறுகள் இராத காலியிடங்கள் பரவியிருப்பனவாகக் கற்பிதம் செய்துகொண்டால் நீர்மத்தைப் பற்றிப் போதிய விளக்கம் கிடைக்கும் என்று எண்ணப்பட்டது. ஆனால் ஆய்வுகள் மூலமாகவோ, அளவறுதி ஆய்வுகள் மூலமாகவோ இத்தகைய காலியிடங்கள் இருப்பதற்கான சான்று கிடைக்கவில்லை. ஒரு திண்மப் பொருளில் இருப்பதைவிட ஒரு நீர்மத்தில் மூலக்கூறுகளுக்குக் கிடைத்திருக்கிற இயக்க இடம், அனைத்து மூலக்கூறுகளுக்கும் பெரும்பான்மை அடிப்படையில் பங்கீடு செய்யப்பட்டிருப்பதாகத் தோன்றுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக ஒரு நீர்மத்தின் ஒழுங்கு தன்மைக்கு ஓர் அளவாக அமைகிற இயல்பாற்றல் துளைகளை உண்டாக்கத் தேவையான ஆற்றல் தேவைகளைக் கருத்தில் கொண்டு பார்க்கும்போது ஒப்புக்கொள்ள முடியாத அளவுக்கு அதிக எண்ணிக்கையிலான துளைகள் தேவைப்படுகிற அளவில் அமையும். திண்மப் பொருள்களில் மூலக்கூறுகள் அண்மையிலிருக்கிற காலியிடத்தில் நிலை கொண்டு விடுகின்றன. ஆனால் நீர்மங்களில் மூலக்கூறு இயக்கம் மிக அதிகமான அளவில் மிகுதியான சிறு சிறு அடிகளிலேயே நிகழ்கிறது. இவ்வாறான அணிக்கோவை அமைப்புக்கு ஒரு தல அளவிலான வடிவியல் அமைப்பும், ஒரு பெரும் நெடுக்க ஒழுங்கும் தேவை. ஆனால் எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விலகல் ஆய்வுகள் நீர்மத்தில் இவை இல்லை எனக் காட்டுகின்றன.

இதேபோல ஒரு திண்மப் பொருள் உருகுவதற்குச் சற்று முன் நீர்மத் தன்மைப் பண்புகள் எவையும் காணப்படுவதில்லை. அனைத்துத் திண்மப் பொருள்களும் உருகுவதில் அல்லது நிலைத்தன்மை எல்லையை

அடைவதில் நிகழ்கிற ஒரு பொதுவான செயல்முறையைக் கடைப்பிடிப்பதற்காகவே, அவற்றில் உருகுவதற்கு முன்பான நிலைமைகளைக் கண்டுபிடிக்கும் முயற்சிகள் நடைபெறுகின்றன. நீண்ட காலத்திற்கு முன்னர் லின்ட்மான் என்பார் திண்மப்பொருள்கள் தனிச் சுழி வெப்பநிலையில் பெற்றிருக்கிற பருமத்தைப் போல 30% பரும விரிவு அடைகிற வெப்பநிலையில் உருகுவதாகக் கண்டுபிடித்தார். இந்த வடிவியல் கண்டுபிடிப்பை வேறு பல வகைகளிலும் விவரிக்கலாம். ஒரு திண்மப் பொருளில் ஒரு மூலக்கூறு தன் அணிக்கோவை இருப்பிடத்தை விட்டு, அணுக்களுக்கிடையான சராசரித் தொலைவில் 10%க்கு மேற்பட்ட அளவில் சராசரி இருமடியின் இருமடி மூல இடப்பெயர்ச்சி அடையும்போது உருகுதல் நிகழ்கிறது என நவீனக் கண்ணோட்டத்தில் அதை விவரிக்கலாம். உருகுதலின் இந்த வடிவியல் கூறு, கெட்டிக்கோளங்களிலும் உருகுதல் காணப்படும் எனக் காட்டுகிறது. இதைக் கணிப்பொறிக் கணக்கீடுகளும் உறுதிப்படுத்துகின்றன. உருகுதல், லின்ட்மான் குறிப்பிட்ட பரும அளவிலேயே நிகழ்வதும் காணப்பட்டிருக்கிறது. கெட்டிக் கோளங்களாகத் தோராயப்படுத்தக்கூடிய சிறு இடைத் தொலைவுகளில் அமைந்திருக்கிற அனைத்து அணுக்களுக்கும் இடையில் உள்ள வலிமிக்க விலக்கு விசைகள் பொதுவாக ஒரே வகைத் தன்மைகளைப் பெற்றிருப்பதன் காரணமாகவே உருகுதலும் ஒரு பொதுத் தன்மையைப் பெற்றிருக்கிறது எனலாம்.

உருகுதலுக்கு இட்டுச் செல்கிற நிலையற்ற தன்மையின் செயல்முறையைப் பற்றிய சிக்கல் இதுவரை தீரவில்லை. திண்ம நிலையில் சறுக்குத் தகைவுக்குள் மறைந்துபோவது போன்ற, நிலையற்ற தன்மைக்கான அளவுகள் ஆய்வு செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. ஆனால் அவற்றுக்கும் உருகுதலுக்கும் தொடர்பேதும் காணப்படவில்லை. சிறும நிலைத்தன்மை கொண்ட செயல் வகை மட்டுமே உருகுதலுடன் பொருந்தும் என்பதும் மற்றச் செயல் வகைகள் அனைத்தும் திண்ம நிலை உறுதியற்ற வகையில் நீர்ம நிலைக்கு நீட்டிக்கப்படவே வழி வகுக்கும் என்பதும் வெளிப்படை. வேதி அழுத்தம் அல்லது கிப்ஸின் தனி ஆற்றல் நீர்மத்திற்கும் திண்மப் பொருளுக்கும் சமமாக ஆகும்போது உருகுதல் நிகழ்கிறது என்பது மிகவும் பழமையான கருத்து. இது நிலையற்ற தன்மைச் செயல் முறையுடன் தொடர்பு கொண்டதாக இருக்க வேண்டிய கட்டாயம் இல்லை.

மிகவும் பொதுப்படையான சான்றுகளிலிருந்து உயர் வெப்பநிலையிலும் அழுத்தத்திலும் வரையப்படுகிற உருகல் வரைகோடுகள் முடிவின்றிப் போய்க் கொண்டே இருக்க வேண்டும் என்று உய்த்துணர முடிகிறது. அதாவது வளிம நிலைக்கும் நீர்ம நிலைக்கும் இடையில் வரையப்படும் கோடுகளில் காணப்படுவதைப் போன்ற மாறுநிலை, திண்ம நிலைக்கும் நீர்ம நிலைக்கும் இடையில் வரையப்படும் வரைகோடுகளில் காணப்படாது. அத்தகைய ஒரு மாறு நிலைப் புள்ளி இருக்குமானால் ஒரு பொருள் திண்ம நிலையிலிருந்து நீர்ம நிலைக்குச் செல்லுகிற மாற்றம் தொடர்ச்சியாக இருக்கிற வகையில் கட்ட வரைபடத்தில் பாதைகளைக் கண்டுபிடிக்க முடியும். அதாவது பொருள் திண்மப் பொருளின் பெரும் நெடுக்க ஒழுங்கு நிலையிலிருந்து நீர்மத்தின் குறுநெடுக்க ஒழுங்கு நிலைக்குச் சீராகச் செல்லமுடியும். இது அனுமதிக்கப்பட முடியாதது; அதே சமயத்தில் இந்தக் கூற்று திண்ம - நீர்ம மாறு நிலைப் புள்ளி இருக்க முடியாது என்று மறுதலிக்கவும் இல்லை. ஏனெனில் சிறு நெடுக்க ஒழுங்கீன அளவு மட்டுமே மாறு நிலையில் அமைகிறது. சமநிலையில் உள்ள இரண்டு திண்மப் பொருள்கள் ஒரே வகைப் படிகக் கட்டமைப்பைப் பெற்றிருந்தாலேயன்றித் திண்ம நிலைக்குள்ளான கட்ட மாற்றங்களில் மாறு நிலை இருக்க முடியாது என்பதையும் இக்கூற்று வரையறுத்து விடுகிறது. இத்தகைய கட்ட மாற்றங்கள் சீரியம் என்னும் உலோகத்தில் மட்டும் நிகழ்வது கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இரு வெவ்வேறு கட்டங்களில் உள்ளபோது அணுவின் எலெக்ட்ரான் கட்டமைப்பு வேறுபட்டதாக இருக்கிறது.

சீரியத்தின் உருகல் வரைபடத்தில் ஒரு பெருமம் காணப்படுகிறது. பொதுவாக நீர்மத்தின் பருமம் திண்மப் பொருளின் பருமத்தைவிடக் குறைவாக இருக்கும்போது இவ்வாறு நிகழும். இதைக் கிளாசியஸ்-கிளேபிரான் சமன்பாடு என்னும் வெப்ப இயக்கவியல் சமன்பாடு அளவறுதியில் காட்டுகிறது. திண்ம அமைப்பை விட நீர்ம அமைப்பு மூலக்கூறுகளின் உருவமைப்பில் குறைவான கட்டுப்பாடுகளை விதிப்பதே இவ்வாறு நீர்மத்தின் பருமம் குறைவாகவும் அடர்த்தி மிகுதியாகவும் உள்ளமைக்குக் காரணமாகச் சொல்லப்படுகிறது. தளர்வாக அடுக்கப்பட்ட மூலக்கூறுகளை உடைய திண்மப் பொருள் உருகும்போது சுருக்கம் அடைந்து, உருகுதலால் ஏற்படுகிற இயல்பான விரிவைச் சீராக்கக் கூடும். பனிக்கட்டி நீராக மாறுவது இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு. பனிக்கட்டியில் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையில் பெரிதும் ஒருமுகப்படுத்தப்பட்ட இடைவினைகள் தோன்றுவதன் காரணமாக நான்முகக் கன வடிவமான ஒழுங்கு கட்டமைப்பு தோன்றிவிடுகிறது. நீரில் இந்தக் கட்டுப்பாடுகள் இராமையால் அதன் மூலக்கூறுகள் நெருக்கமாகக் கூடி அடர்த்தி மிகுந்திருக்கின்றன. இதே போலத் திண்ம நிலையில் உள்ள சீசிய உலோகத்தில் அணுக்களுக்கு

இடையிலுள்ள தொலைவுக்குள் ஒரு குறிப்பிட்ட குறைந்த அளவில் மட்டுமே ஏறி இறங்க அனுமதிக்கப்படுகின்றன. ஆனால் நீர்ம நிலை சீசியத்தில் வேறுபட்ட எலெக்ட்ரான் அமைப்பும் சிறிய பரிமாணமும் கொண்ட சீசிய அணுக்களைக் காண முடியும். எனவே திண்ம சீசியம் அதிக அடர்த்தியுள்ள படிகக் கட்டமைப்புக்கு மாறுவதற்கு முற்பட்ட நிலையில் சீசிய நீர்மம், திண்ம சீசியத்தை விட அடர்த்தி மிகுந்ததாக இருக்கும். நீர்மத்தில் அணுக்களுக்கிடையிலுள்ள தொலைவுகள் பெருமளவில் வேறுபட்டுள்ளமையால் நீர்மக் கட்டத்திற்குள் முதல் வரிசைக் கட்ட மாற்றங்களை காண முடிவதில்லை. குவாண்டம் பாய்மங்களும் நீர்மப் படிகங்களும் இதற்கு விதி விலக்கு. நீர்மப் படிகங்கள் நீர்மங்களுக்கும் படிகங்களுக்கும் இடைப்பட்ட பண்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. இவற்றின் மூலக்கூறுகளில் இடப்பெயர்ச்சி ஒழுங்கு இராமலேயே சுழற்சி வரிசைப்படுத்தலில் சிறிது பெரும் நெடுக்க ஒழுங்கு காணப்படுகிறது.

பல எளிய பாய்மங்களுக்கு உருகுதலின் இயல்பாற்றல் ஒன்று என்னும் அளவிலேயே உள்ளது. சமூக இயல்பாற்றல் (communal entropy) சரியாக ஒன்றுக்குச் சமம். எனவே இரண்டும் ஒன்றாயிருக்கலாமோ என்று எண்ணத் தோன்றுகிறது. ஆனால் உருகுதலின் இயல்பாற்றல் முக்கியமாக அமைப்பு விரிவடைவதன் காரணமாக ஏற்படுவது. அதில் ஒரு சிறு பகுதியே சமூக இயல்பாற்றலாக இருக்க முடியும். நீர்மம் உருகல் பருமத்திலிருந்து விரிவடைந்து சிறப்பியல் வளிமக் கட்டத்தை அடையும்போது எஞ்சிய சமூக இயல்பாற்றல் படிப்படியாகத் தோன்றுகிறது.

நீர்மத்துக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட அணு வடிவமைப்பு இராமல் அணுக்கள் பலவகைகளில் அமைந்திருக்க முடியும். எனவே புள்ளியியல் முறையில் சராசரியாக்கப்பட்ட பரவீட்டின் அடிப்படையிலேயே அவற்றை விவரிக்க முடியும். எக்ஸ் கதிர், நியூட்ரான் விளிம்பு விலகல் படங்கள் நீர்மத்தில் உறுதியான அணு வடிவமைப்புகள் எவையும் இருப்பனவாகக் காட்டவில்லை. அவை கலங்கிய வளையப் பிம்பங்களை மட்டுமே அளிக்கின்றன. இவ்வளையப் பட்டைகளின் செறிவுப் பாங்கை ஃபூரியர் முறையில் மாற்றம் செய்து பார்க்கும்போது பட்டைகளுக்கிடையிலான இடைவெளி தோராயமாக அணுக்களுக்கிடையிலுள்ள தொலைவுகளை ஒத்ததாகவே இருக்கிறது. மேலும் இரண்டு அல்லது மூன்று வளையங்களுக்கு மேல் கண்ணுக்குத் தெரியாத அளவுக்கு இவை மங்கலாகி விடுகின்றன. பட்டைகளுக்குள் உள்ள செறிவுப் பரவீடு, அணுக்களுக்கு நடுவில் உள்ள இடைவெளியைச் சுற்றித் துகள் அமைந்திருப்பதைக் காட்டுகிறது. பட்டைக்குள் உள்ள மொத்தச் செறிவு ஒரு மையத்துகளைச் சுற்றி அமைந்துள்ள துகள்களின் சராசரி எண்ணிக்கையைக் குறிப்பிடுகிறது. எளிய நீர்மங்களில் இந்த எண்ணிக்கை திண்மப் பொருள்களுக்கு உள்ள அளவிலேயே இருக்கிறது. இது நீர்மத்திலும் திண்மத்திலும் 12 துகள்களுக்குச் சற்றுக் குறைவாக உள்ளது.

இந்த முறையில் ஒரு மையத்துகளிலிருந்து ஆரத்திசையிலான பரவீட்டுச் சார்பெண், ஆய்வு மூலமாகக் கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. துகள்கள் சீராகப் பரவியிருக்கும்போது ஒரு மையத் துகளிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவில் பிறிதொரு துகளைக் கண்டுபிடிப்பதற்கான நிகழ்தகவின் அடிப்படையில் நீர்மத்தின் கட்டமைப்பை அளவறுதியாக இந்தச் சார்பெண் விவரிக்கிறது. அணிக்கோவை இடைவெளிக்கு ஏறத்தாழச் சமமான ஓர் அதிர்வெண்ணுடன் இந்தச் சார்பெண், அலைவு செய்கிறது. அதன் அலைவுகள் விரைவாகத் தணிந்து விடுகின்றன. இதிலிருந்து ஒரு நீர்மத்திற்குள் சிறு நெடுக்க ஒழுங்கு ஏறத்தாழ மூன்று அடுத்தடுத்த சுற்றுப்பாதைகளக்குள்ளேயே அடங்கிவிடுவதாக தெரிகிறது. அதற்கு மேல் சராசரி அடர்த்தியைப் பற்றிய ஏற்ற இறக்கங்கள் பிரித்தறியக்கூடிய அளவில் இல்லை. நீர்மங்களைப் பற்றிய கொள்கையில் இந்தச் சார்பெண்ணைத் துல்லியமாகக் கணக்கிடுவதே முதன்மையான சிக்கலாகும். ஏனெனில் இந்தச் சார்பெண்ணின் உதவியுடன் நீர்மத்தின் பல வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகளைக் கண்டுபிடிக்க முடியும்.

- கே. என். ராமசந்திரன்

நீர்மங்களின் அலையியக்கம்

பாய்மப் பொருளின் திசைவேகத்தில் கணத்திற்குக் கணம் ஏற்படும் மாறுபாடுகள் பாய்மப் பொருளின் ஊடகத்தின் வழியாகப் பரப்பப்படுகின்றன. உலைவு பரவுதலின் வேகம் அல்லது பாய்மப் பொருள் ஊடகத்தின் தொடக்கத் திசை வேகத்தைச் சார்ந்த பாய்மப் பொருளின் திசைவேக மாறுபாடு, அலை விரைவு எனப்படும்.

அலையியக்கப் பண்புகளில் அலைவுகள் தோற்றுவிக்கும் முறை, பாய்ம ஊடகத்திலுள்ள வரையறைகள், பாய்மப் பொருளின் பண்புகள் ஆகியவற்றைச் சார்ந்துள்ளன. நீர்மத்திற்கொத்த அலையியக்கங்களின் அலைவுகள் வளிம - நீர்ம ஊடுபடலத்தில் பரப்பப்படுகின்றன. மேலும் இவை

நீர்ம ஈர்ப்புப் பண்புகளை முதன்மையாகச் சார்ந்துள்ளன. குறிப்பிட்ட பாய்மப் பொருளின் அலையியக்கம் ஊடகத்தின் மீட்சியியல் பண்பை ஒத்துள்ளது.

- *க. சித்திராதேவி*

நீர்ம நிலை உலோகங்கள்

உருகிய நிலையிலுள்ள உலோகங்கள் நீர்ம நிலை உலோகங்கள் எனப்படும். இவற்றுக்கும் சாதாரண உலோகமற்ற நீர்மங்களுக்கும் இடையில் பல ஒற்றுமைகள் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக 600°C வெப்பநிலையில் உள்ள உருகிய வெள்ளீயம் நீரைப் போல எளிதாகப் பாயும். இதேபோல நீர்ம நிலையிலுள்ள சோடியம், ஆர்கான் ஆகியவற்றின் பண்புகளுக்கு இடையில் மிகுதியான வேறுபாடுகள் இல்லை. இவற்றின் கட்டமைப்புகள், விரவல் போன்ற நிகழ்வுகளில் வெளிக் காட்டப்படும், அணு இயக்கங்கள் போன்றவற்றிலும் குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடுகள் காணப்படவில்லை. உலோகப்பொருள் திண்ம நிலையிலிருந்தாலும், நீர்ம நிலையிலிருந்தாலும் அதற்குள் எலெக்ட்ரான்கள் அடர்த்தியான பாய்மமாகப் பரவியிருக்கின்றன. இந்த எலெக்ட்ரான்களைப் பொறுத்த மின் பண்புகள் காந்தப் பண்புகள், ஒளியியல் பண்புகள் போன்றவற்றில் நீர்ம உலோகங்களின் சிறப்புத் தன்மைகள் வெளிப்படுகின்றன.

உண்மையில், உருகிய நிலையிலுள்ள ஓர் உலோகத்தை, நேரின மின் கொண்ட அயனிப் பாய்மமும், எதிரின எலெக்ட்ரான்கள் அடங்கிய வளிமமும் கலந்த ஒரு கலவையாகக் கருதலாம். சோடிய நீர்மத்தில் ஓர் அயனிக்கு ஓர் எலெக்ட்ரான் வீதமும் கால்சிய நீர்மத்தில் இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் வீதமும் இந்த எலெக்ட்ரான் வளிமத்தில் உலோகத்தின் இணைதிறனுக்குத் தகுந்தாற்போல எலெக்ட்ரான்கள் அடங்கியிருக்கும். 1 க.மீ. பருமத்தில் 10^{28} எலெக்ட்ரான்கள் போன்ற அளவில் இவை பரவியிருக்கும். இந்த எலெக்ட்ரான்கள் கட்டற்ற எலெக்ட்ரான்கள் எனப்படுகின்றன. ஏனெனில் இவை உலோக அமைப்பு முழுவதும் தடையின்றித் திரியும் நீர்ம நிலை உலோகங்களை அணு உலைகளில் குளிர்விப்பான்களாகப் பயன்படுத்த வேண்டியுள்ளமை, அவற்றின் பண்புகளைப் பற்றிய ஆய்வுகளைத் தூண்டியுள்ளது. கட்டற்ற எலெக்ட்ரான்களுக்கும் நேரின அயனிகளுக்கும் இடையில் நடைபெறும் இடை வினைகள் பாகியல், வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகள் போன்றவற்றில் நீர்ம உலோகங்களில் காணப்படக்கூடிய சிறப்புத் தன்மைகள், மின் கடத்துந் திறன் போன்ற பொது உலோகப் பண்புகளில் நீர்ம உலோகங்களின் சிறப்புச் செயல்பாடு, இத்தகைய பண்புகளை மாற்றியமைப்பதில் அயனி எலெக்ட்ரான் இடைவினைகளின் பணி ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடிக்கும் முயற்சிகள் நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கின்றன. இயற்பியலைப் பொறுத்த இந்த ஆய்வுகளைத் தவிர நீர்ம உலோகங்களின் வேதியியல், உலோகவியல், தொழில் நுட்பப் பண்புகளும் ஆய்வு செய்யப்பட்டு வருகின்றன.

அயனிகளிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் அணுக்கருக்களுடன் நெருக்கமாகப் பிணைந்துள்ளன. அயனிகளின் ஊடாகப் பாய்ந்து கொண்டிருக்கிற கட்டற்ற எலெக்ட்ரான்கள் நேரின அயனிகளின் நிலை மின் ஈர்ப்பாலும், கட்டுண்ட எலெக்ட்ரான்களுடன் நிகழ்கிற ஒரு சிக்கலான இடைவினையாலும் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. நவீனமான திண்ம அலை எந்திரவியல் முறைகளில் இந்தச் சிக்கலான இடைவினையை ஒரு நிலையின் விலக்கமாகக் கருதிக் கணக்கிட முடிந்திருக்கிறது. இது நேரின அயனிகளின் ஈர்ப்பை ஓரளவு ஈடு செய்துவிடுகிறது. இவற்றின் நிகரமான விளைவு மிகச் சிறியது. இது வலிவற்ற போலி மின்னழுத்தம் (weak pseudo potential) எனப்படும். ஓர் அயனியின் வழியாகச் செல்லும் எலெக்ட்ரான் இந்த மின்னழுத்தத்தினால் சிதறல் அடைவதாக வைத்துக் கொள்ளலாம். ஆனால் இந்தச் சிதறல் திடீரென்று ஏற்பட்டுவிடுவதில்லை. அயனிகள் நேரின மின்னுள்ளவை; எலெக்ட்ரான் வளிமம் எளிதாக இயங்கக்கூடியது; எனவே அயனிகள் எலெக்ட்ரானின் மேல் ஒரு பெரும் நெடுக்க விசையைச் செலுத்தித் தம்மை நோக்கி இழுக்கின்றன. அதே சமயத்தில் எலெட்ரான்கள் தமக்குள் ஒன்றையொன்று விலக்கிக் கொண்டும் இருக்கின்றன. இவ்வாறு ஒரு சிக்கலான விசைச் சமனீடு தோன்றுகிறது. இதன் இறுதி விளைவாக ஒவ்வோர் அயனியும் ஓர் எலெக்ட்ரான் மேகத்தால் சூழப்பட்டுவிடுகிறது. இந்த எதிரின மின்னுள்ள எலெக்ட்ரான் மேகம் பெரும் தொலைவில் அதாவது அணுவின் விட்டத்தைப் போலப் பல மடங்கு தொலைவில் அயனியின் நிலைமின் விளைவை ஓரளவே ஈடு செய்கிறது. ஓர் அயனியின் அருகில் குவிந்துள்ள எலெக்ட்ரான் மேகம் திரையிடு மேகம் எனப்படுகிறது. போலி மின்னழுத்தத்தாலும், திரையிடு மேகத்தாலும் ஓர் அணுகி வருகிற எலெக்ட்ரானின் மேல் ஏற்படும் மொத்த விளைவு திரையிட்ட போலி மின்னழுத்தம் எனப்படும்.

எனவே ஒரு நீர்ம உலோகத்தைக் கடந்து செல்கிற ஓர் எலெக்ட்ரான் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக அயனிகளின் போலி மின்னழுத்தங்களைச் சந்தித்து அவற்றால் சிதறலடைகிறது. அனைத்து அயனிகளும் தம் வலிவற்ற திரையிட்ட போலி மின்னழுத்தங்களின் மூலமாக அனைத்து எலெக்ட்ரான்களையும் பாதிப்பதன் மொத்த விளைவு, அயனிகளைச் சுற்றித் திரையிடுகிற எலெக்ட்ரான் மேகங்களை உண்டாக்குவதாகவே இருக்கிறது. இதுவே நீர்ம நிலை உலோகங்களைப் பற்றிய இன்றைய இயற்பியலின் கருத்து ஆகும்.

இரண்டு அயனிகள் ஒரே எலெக்ட்ரான் வளிமத்துடன் இடைவினை செய்யும்போது, அவை எலெக்ட்ரான் வளிமத்தின் மூலமாக ஒன்றையொன்று பாதித்துக் கொள்ளவும் செய்கின்றன. கூடவே அயனிகளுக்கு இடையிலான நேரடிப் பாதிப்பும் நிகழ்கிறது. அயனிகளுக்கிடையிலான மொத்த இடைவினை, எலெக்ட்ரான் வளிமத்தின் அடர்த்தியை அதாவது அமைப்பின் பருமத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது. உலோகமற்ற பொருள்களில் எலெக்ட்ரான் வளிமங்கள் இரா. இவற்றிலுள்ள அணுவிடை விசை பெரும்பாலும் பருமத்தைச் சார்ந்து இருப்பதில்லை.

எக்ஸ் கதிர்ப் படிகவியல் ஆய்வுகளின் மூலம் படிகங்களின் கட்டமைப்பைப் பற்றி முழுமையாகத் தெரிந்து கொள்ள முடிகிறது. ஆனால் நீர்மங்களில் இது புலனாவதில்லை. தொடக்கத் தத்துவங்களிலிருந்து கொள்கையடிப்படையில் நீர்மங்களின் கட்டமைப்பைக் கணக்கிட முடிகிற அளவுக்கு எலெக்ட்ரான் அயனி இடைவினைகளைப் பற்றிப் போதுமான தகவல்கள் இராமையால், நீர்ம நிலை உலோகங்களின் கட்டமைப்பைப் பற்றி விவரமாகக் கண்டறியப்படவில்லை. எக்ஸ் கதிர் ஆய்வுகளும் நியூட்ரான் சிதறல் ஆய்வுகளும் ஆரத்திசைப் பரவீட்டுச் சார்பெண் என்னும் அளவை அளிக்கின்றன. ஏதாவது ஓர் அயனியைத் தொடக்கமாக எடுத்துக்கொண்டு, அதைச் சுற்றி r ஆரமுள்ள ஓர் உள்ளீடற்ற கோளத்தைக் கற்பிதம் செய்து கொள்ளலாம். இக்கோளத்திலுள்ள மற்ற அயனிகளின் சராசரி எண் அடர்த்தி முழு நீர்மத்திலுமுள்ள அயனிகளின் சராசரி எண் அடர்த்தியைப் போல g(r) மடங்காக இருக்குமானால் g(r) என்பது ஆரத்திசைப் பரவீட்டு சார்பெண் எனப்படும். அயனிகள் நெருக்கமாய் அமைந்திருக்கிற முதல் உள்ளீடற்ற கோளத்தின் மேல் g(r) இன் மதிப்பு ஒன்றை விடப் பெரிதாக இருக்கும். அண்டை அயனிகள் தொடக்க அணுவுக்குள் நுழைய முடியாதாகையால், உள்ளீடற்ற கோளத்திற்குள் g(r) இன் மதிப்பு சுழியாக இருக்கும். g(r) என்பது ஒரு சராசரி என்பதைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். அயனிகள் ஓயாமல் அலைந்து கொண்டும் மற்ற அயனிகளுடன் இடப்பரிமாற்றம் செய்து கொண்டும் இருக்கும். இந்தக் கூட்டத்தின் எண்ணற்ற உடனடி அணி வகுப்பு அமைப்புகளின் சராசரித் தோற்றத்தை g(r) குறிப்பிடுகிறது. ஒரு நீர்ம நிலை உலோகத்திலுள்ள அயனிகள் அமைந்திருக்கும் முறையை ஒரு பையிலுள்ள பில்லியர்ட்ஸ் பந்துகள் அமைந்திருக்கிற விதத்துடன் ஒப்பிடுவது பொருத்தமாக இருக்கும். கெட்டிக் கோளங்கள் கொண்ட ஓர் அமைப்பாக நீர்ம நிலை உலோகத்தை உருவகப்படுத்துவது நீர்மத்தின் கெட்டிக் கோள மாதிரி எனப்படும். கெட்டிக் கோளங்கள் சிக்கலற்ற பொருள்களாக உள்ளமையால் கெட்டிக் கோள மாதிரியைக் கணித முறைகளில் ஆய்வு செய்து புள்ளியியல், எந்திரவியலின் மூலம் அதன் வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகளைப் பெற முடிகிறது.

எலெக்ட்ரான்-அயனி இடைவினையைக் கணக்கில் எடுத்துக்கொண்டு ஒரு தத்துவச்செயல் முறையின் மூலம் கற்பனையான கெட்டிக் கோளங்களின் விட்டங்களைத் தேர்வு செய்து கொண்டுவிட்டால், நீர்ம நிலை உலோகங்களின் கட்டமைப்பையும் சில வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகளையும் கெட்டிக் கோள மாதிரியால் மிகவும் சிறந்த முறையில் குறிப்பிட முடிகிறது. 1970இல் இந்த உத்திகளின் மூலமாக உலோகங்களின் இயல்பாற்றல் (entropy) உலாகக் கலவைகளின் கலத்தல் வெப்பம் போன்ற வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகள் விளங்கிக் கொள்ளப்பட்டதை இதற்குக் எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம்.

இட வெளியில் அணுக்கள் பெரும் ஒழுங்கான வரிசைகளாக அமைந்திருக்கும் ஓர் அமைப்பில் கொள்கை அளவில் மின் தடையே இருக்கக்கூடாது. தாழ் வெப்பநிலைகளில் உள்ள படிக உருவுள்ள உலோகங்களில் ஏறக்குறைய இவ்வகை அமைப்புக் காணப்படுகிறது. இவற்றின் மின் தடையும் உண்மையில் மிகக் குறைவாகவே உள்ளது. இவற்றைச் சூடாக்கினால் அயனிகள் தம் விதிக்கப்பட்ட ஒழுங்கு நிலைகளைப் பொறுத்து அதிர்வு செய்யத் தொடங்கி, வெப்ப ஒழுங்கீனத்தை அடைவதால், மின்தடை அதிகரிக்கத் தொடங்குகிறது. உலோகம் உருகும்போது ஒழுங்கு முறை நிலைகளின் வரிசை சிதைவதால், கட்டமைப்பு ஒழுங்கீனம் ஏற்படுகிறது. இதன் காரணமாக மின்தடை மேலும் அதிகரித்து உருகுநிலையில் இரு மடங்காகிவிடுகிறது. மேலும் சூடாக்கும்போது நீர்மநிலை உலோகங்களின் மின் தடை மேலும் அதிகரிக்கிறது. இவ்வாறு படிக நிலையிலுள்ளதைவிட அவற்றின் உருகிய நிலையில் மின்தடை மிகுதியாக இருந்தாலும் நீர்ம நிலை உலோகங்களின் மின் கடத்துந் திறனை முற்றிலுமாகப்

பாதிப்பதில்லை. இவை நல்ல மின் கடத்திகளாகவே இருக்கின்றன. திண்ம, உலோகங்களுடன் சமமாக ஒப்பிடுகிற அளவுக்கு அவற்றின் வெப்ப மின் திறன்களும் வெப்பங்கடத்துந் திறன்களும் அமைந்திருக்கின்றன.

இந்தப் பண்புகள் இப்போது அலை எந்திரவியலின் அடிப்படையில் நன்கு புரிந்து கொள்ளப்பட்டிருக்கின்றன. முன்னர் விளக்கியபடி அயனிகளின் வலிவற்ற திரையிட்ட போலி மின்னழுத்தம் காரணமாக, அவற்றுடன் மோதும் எலெக்ட்ரான்கள் திசை திருப்பி விடப்படுகின்றன. அலை எந்திரவியல் அடிப்படையில் கூறினால் எலெக்ட்ரான் அலைகள் அயனிகளால் சிதற வைக்கப்படுகின்றன. இவை சிதறும் அளவு, அயனிகளின் போலி மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது. வெவ்வேறு அயனிகளிலிருந்து சிதறி வரும் சிற்றலைகள் ஒரே கட்டத்தில் அல்லது மாறு கட்டத்தில் அமைந்து ஒன்றையொன்று வலிவூட்டவோ அழித்துக் கொள்ளவோ செய்யும். இது எக்ஸ் கதிர்ப் படிகவியலில் உள்ளதைப் போன்ற எளிதாகப் புரிந்து கொள்ளப்பட்டிருக்கிற ஒரு விளிம்பு விலகல் சிக்கலாகும். போலி மின்னழுத்தத்தையும் விளிம்பு விலகல் கொள்கையையும் சேர்த்துப் பயன்படுத்தி மின்தடை, வெப்ப மின் திறன், வெப்பங்கடத்துந்திறன் ஆகியவற்றுக்கான கோவைகளைப் பெற முடிகிறது. பல தூய நீர்ம நிலை உலோகங்களுக்கும் சில நீர்ம நிலை உலோகக் கலவைகளுக்கும் ஆய்வுகள் மூலம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிற அளவுகளுக்கும் இக்கோவைகளின் உதவியால் கிடைக்கிற அளவுகளுக்கும் இடையில் ஆழமான ஒற்றுமையும் உள்ளது.

ஹால் விளைவு (Hall effect), ஒளியியல் பண்புகள், காந்தப் பண்புகள் போன்ற அதி நுட்ப எலெக்ட்ரான் தொடர்பான பண்புகளில் நீர்ம நிலையின் வழக்கத்திற்கு மாறான தன்மைகள் வெளிப்படுகின்றன. கட்டற்ற எலெக்ட்ரான்களில் ஆற்றல் மற்றும் அலை நீளப் பரவீட்டைக் குறிப்பிடுகின்ற நிறமாலைப் பரவீட்டுச் சார்பெண் என்னும் அளவை இந்தப் பண்புகள் நேரடியாகவோ, மறைமுகமாகவோ சார்ந்திருக்கின்றன. இந்த அளவு கட்டமைப்பு, எலெக்ட்ரான்-அயனி இடைவினை ஆகியவற்றிலிருந்து வருவிக்கப்பட வேண்டும். நிறமாலைப் பரவீட்டுச் சார்பெண்ணுக்கு மரபுக் கொள்கை அடிப்படையிலான கோவைகள் உள்ள போதிலும், நீர்மங்களின் கட்டமைப்பைப் பற்றிப் போதுமான விபரங்கள் இராமையால், அந்த சார்பெண்ணைக் கணக்கிடுவது கடினமாக இருக்கிறது. இதன் விளைவாக ஹால் விளைவுகளும் ஒளியியல் பண்புகளும் அளக்கக் கூடியவையாகவும், உலோகம் உருகும்போது மாறுகிறவையாகவும் இருக்கிற போதிலும், நீர்ம நிலையில் இந்த நிகழ்வுகளுக்கான மிகச் சிறந்த கொள்கைகள் எவையும் தற்போது இல்லை. இந்த நிகழ்வுகளில், ஒரு தனி உலோகத்தின் படிகவியல் கட்டமைப்புகளைச் சார்ந்திருக்கிற சிறப்பியல்புகள், உலோகம் உருகும்போது மறைந்துவிடுவனவாகவே தோன்றுகின்றன. இதன் காரணமாகப் படிகநிலை உலோகங்களைவிட நீர்ம நிலை உலோகங்களின் செயல்பாடுகள் மிகச் சீரானவையாகிவிடுகின்றன.

அயனிகளுக்கும் கட்டற்ற எலெக்ட்ரான்களுக்கும் இடையிலுள்ள ஈர்ப்பு, எலெக்ட்ரான்களின் இயக்கத்தைத் தடை செய்யுமளவுக்கு இருந்தாலும் அவற்றை அயனிகளுடன் கட்டிப்போடவோ, ஒரு குறுகிய இடத்தில் அடக்கி வைக்கவோ போதுமானதாக இராத காரணத்தாலேயே உலோகத் தன்மை ஏற்படுகிறது. அயனி எலெக்ட்ரான் இடைவினையின் வலிமை குறைந்தால் மின் தடையும் குறையும். உலோகத்திலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு சிறப்பியல் தன்மையான கட்டற்ற எலெக்ட்ரான் வளிமமாக அமைவதும் மிகும்.

அயனி-எலெக்ட்ரான் இடைவினையின் வலிமை அதிகரிக்கும்போது கொள்கைகளிலுள்ள தோராயங்களின் நம்பகம் குறைந்துவிடுகிறது. கொள்கைகளும் ஆய்வுகளும் சிக்கலாகின்றன. இரும்பு, நிக்கல், சீசியம் போன்ற நீர்ம மாற்ற உலோகங்களின் அயனிகளில் நிறைவு பெறாத எலெக்ட்ரான் சுற்றுப்பாதைகள் உள்ளமை, எலெக்ட்ரான்-அயனி இடைவினையை வலிவானதாகவும் சிக்கலானதாகவும் ஆக்கிவிடுகிறது. உயர் அழுத்தத்தில் நீர்ம நிலை உலோகங்களை வைத்து அவற்றின் அடர்த்தி பெரிதும் குறைந்து விடுகிற வரையில் சூடாக்கினால் அவற்றின் உலோக இயல்பு முற்றிலுமாக மறைந்துபோய் அவை நீர்ம நிலைக் குறை கடத்திகள் ஆகிவிடுகின்றன. சீசியம், தங்கம் போன்றவற்றின் இரட்டை உலோகக் கலவைகளின் சில குறிப்பிட்ட கட்டமைப்புகளில் எலெக்ட்ரான்கள் அயனிகளுடன் மிக இறுக்கமாகப் பிணைக்கப்பட்டு அவை தம் மின் கடத்துந் திறனையே இழந்துவிடுகின்றன.

- கே. என். ராமசந்திரன்

நீர்ம நிலையியல்

ஓய்வு நிலையிலிருக்கிற நீர்மங்களைப் பற்றிய துறை நீர்ம நிலையியல் (hydrostatics) எனப்படும். இயக்கம் இராதபோது சறுக்குத் தகைவுகளும் இரா. எந்த ஒரு புள்ளியிலும் உள்ள உள்ளிடத் தகைவு விசை, நிலை அழுத்தத்தை மட்டுமே பொறுத்திருக்கும். எனவே

நீர்மத்திற்குள் உள்ள ஒரு புள்ளியில் அழுத்தம் அனைத்துத் திசைகளிலும் சமமாக இருக்கும். அனைத்து எல்லைப் பரப்புகளிலும் அழுத்தம் பரப்புக்குச் செங்குத்தாகச் செயல்படும். கொள்கலன் எந்த வடிவத்தில் இருந்தாலும், புவியீர்ப்பு விசையின் ஆளுகையில் சமநிலையைப் பராமரிப்பதற்காக நீர்மத்தினுள் உள்ள அனைத்துக் கிடைத்தளப் பரப்புகளிலும் அழுத்தம் சீராக இருக்கும். P = hgd என்னும் சமன்பாட்டைப் பின்பற்றி அழுத்தம் ஆழம் அல்லது உயரத்திற்கு ஏற்றாற்போல மாறும். இங்கு d என்பது கி.கி/க.மீ என்னும் அடர்த்தியாகும். h என்பது நீர்மத்தின் மேல் பரப்பிலிருந்து புள்ளி உள்ள செங்குத்துத் தொலைவு. அழுத்ததை அளவிடும்போது இரண்டு வெவ்வேறான மேற்கோள் மட்டங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பல பொறியியல் நோக்கங்களின்போது அழுத்தக் கருவி காட்டும் அளவீடு வளி அழுத்தத்தைச் சுழியாக எடுத்துக் கொண்டு அதன் அடிப்படையிலேயே வரையறுக்கப்படும். அறிவியல் பயன்பாடுகளில் உண்மையான சுழி அழுத்தம் தொடக்க அளவாக எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. கடல் மட்டத்தில் மேலேயுள்ள காற்றின் எடை காரணமாகத் தோன்றும் அழுத்தம், வளி அழுத்தம் எனப்படுகிறது. இது 101325 பாஸ்கல் அல்லது நியூட்டன் மீட்டர்$^{-2}$ என்னும் அளவுக்குச் சமம்.

சேமிப்புத் தொட்டி, நீரடிச் சுரங்கப் பாதை, நீரியல் கட்டமைப்புக் கதவு, சுவர், அணைக்கட்டு, மதகு, நீரியல் அழுத்து கருவி, ஏனைய அழுத்தத்தால் இயங்கும் கருவிகள் ஆகியவற்றில் நீர்ம நிலையியல் தத்துவங்கள் பயன்படுகின்றன.

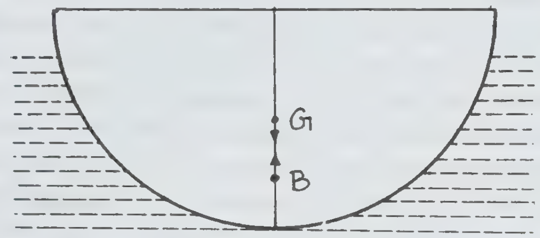
அழுத்தத்தை அது செயல்படும் பரப்பளவில் பெருக்கும்போது கிடைப்பது விசையாகும். இது நியூட்டனில் அளக்கப்படுகிறது. பரப்புக்குச் செங்குத்தாகச் செயல்படும் இது ஒரு திசையன் (vector) அளவு, இதை வழக்கமாகக் கிடைத் திசையிலும், செங்குத்துத் திசையிலுமான ஆக்கக் கூறுகளாகப் பிரிக்கலாம். வளைந்த அல்லது சமதளமான அனைத்து வகைப் பரப்புகளுக்கும், dA என்னும் சிறிய பரப்பின் மேல் செயல்படும் விசை dF = P.dA என்னும் சமன்பாட்டால் அளவிடப்படுகிறது.

ஒரு சமதளமான பரப்பில் அனைத்து ஆக்கக் கூறுவிசை திசையன்களும் இணையானவை. இவற்றின் கூட்டுத் தொகை மொத்த விசைக்குச் சமம். எனவே பரப்பின் மொத்த அளவை அதன் மேலுள்ள சராசரி அழுத்தத்தினால் பெருக்கினால் மொத்த விசை கிடைக்கும். பரப்பின் நிறை மையத்தில் செயல்படும் அழுத்தம், சராசரி அழுத்தமாகும். நிறை மையத்தின் ஆழம் மாறாத வகையில் சமதளப்பரப்பு எவ்வாறு சாய்ந்திருந்தாலும் அதன் மேலுள்ள மொத்த விசை மாறாது.

ஒரு சமதளப் பரப்பின் மேல் செயல்படும் மொத்த நீர்ம நிலையியல் விசையைக் கணக்கிடும்போது அந்தப் பரப்பை அடித்தளமாகக் கொண்ட ஒரு திண்மத்தைக் கற்பிதம் செய்து கொள்ளலாம். இந்தச் சமதளப் பரப்பின் மேலுள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் செயல்படும் அழுத்தம் அந்தப் புள்ளியின் ஆழத்திற்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும். எனவே மொத்த விசை, அந்தத் திண்மத்தின் எடைக்குச் சமம். இந்த மொத்த விசையும் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் செயல்படுவதாக இருந்தால் அப்புள்ளி, அழுத்த மையம் எனப்படும். இந்தத் திண்மத்தின் புவியீர்ப்பு மையத்தின் வழியாக, சமதளப் பரப்புக்குச் செங்குத்தாக மொத்த விசை செயல்படும்.

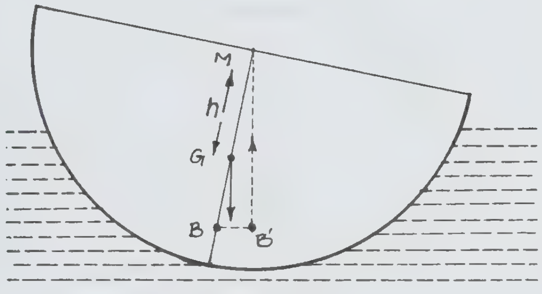
சமதளமில்லாத பரப்புகளில் ஆக்கக் கூறு விசைகள் இணையாக இரா. இவற்றின் கிடை ஆக்கக் கூறுகளைக் கூட்டினால் மொத்த விசையின் கிடை ஆக்கக் கூறும், இவற்றின் செங்குத்து ஆக்கக் கூறுகளைக் கூட்டினால் மொத்த விசையின் செங்குத்து ஆக்கக் கூறும் கிடைக்கும். திசையன் கூட்டு முறை மூலம் இந்த ஆக்கக் கூறுகளைக் கூட்டி மொத்த விசை கணக்கிடப்படுகிறது. சமதளமற்ற பரப்பை ஒரு செங்குத்தான சமதளத்தின் மேல் வீழ்த்தினால், அதன் மேல் செயல்படும் மொத்த விசை இந்தக் கிடைத்தள ஆக்கக் கூறுக்குச் சமமாக இருக்கும். இதே போலச் சமதளமற்ற பரப்பின் மேலிருந்து நீர்மத்தின் மேற்பரப்பு வரையுள்ள நீர்மத்தின் எடை அந்தச் செங்குத்து ஆக்கக் கூறுக்குச் சமமாக இருக்கும். இது அந்த நீர்மப் பருமத்தின் புவியீர்ப்பு மையம் வழியாகச் செயல்படும். இதேபோலக் கிடைத்திசை ஆக்கக்கூறு சமதளமற்ற பரப்புக்கும் அதன் செங்குத்துத் தள வீழ்த்தலுக்கும் இடையிலுள்ள பருமத்தில் உள்ள நீர்மத்தின் புவியீர்ப்பு மையத்தின் வழியாகச் செயல்படும். இரண்டையும் இணைத்து, மொத்த விசையின் எண்மதிப்பு, செயல்படு கோடு, செயல்படு புள்ளி ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடித்து விடலாம்.

ஒரு நீர்மத்தில் ஒரு பொருள் ஓரளவோ, முழுமையாகவோ அமிழ்ந்திருக்கும்போது அதன் மீது நீர்மம் செங்குத்தாக மேல் நோக்கிச் செலுத்தும் விசை, மிதப்பு விசை எனப்படுகிறது. இதன் எண் மதிப்பு பொருளால் இடம் பெயர்க்கப்பட்ட நீர்மத்தின் எடைக்குச் சமம். இது பொருளின் அடிப்பரப்பிலும் மேற்பரப்பிலும் செங்குத்தாகச் செயல்படுகிற நீர்ம அழுத்த விசைகளின் ஆக்கக் கூறுகளுக்கு இடையிலுள்ள வேறுபாட்டுக்குச் சமம் ஆகும். பொருளின் அடிப்பரப்பில் செயல்படுகிற அழுத்த விசை ஆக்கக் கூறு மேல் நோக்கியும், மேற்பரப்பில் செயல்படுகிற ஆக்கக் கூறு கீழ் நோக்கியும் செயல்படும். இந்த மிதப்பு விசை பொருளின் எடைக்குச் சமமாக இருந்தால் பொருள் நீர்மத்திற்குள் எந்த இடத்திலும் மூழ்கி நிற்கும்.



புவியீர்ப்பு மையம் G, மிதப்பு மையம் B ஆகியவை ஒரே செங்குத்து நேர்கோட்டில் அமைந்த கப்பல் சமநிலையில் உள்ளது.

படம் 1.



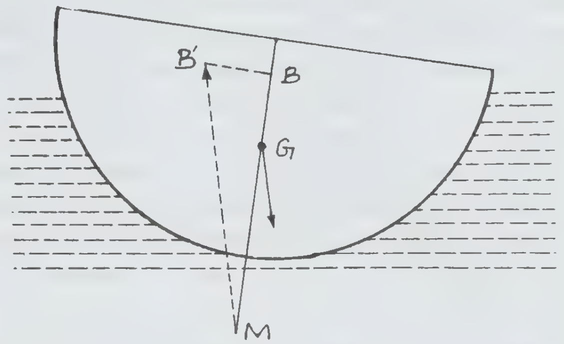
h - மிதவைக் காப்புயரம்

M - மிதவைக்காப்பு மையம்

படம் 2. G மேலாகவும், B கீழாகவும் இருக்குமானால் கப்பல் சரியும்போது மீட்டு வரும் விசையிரட்டை கப்பலைச் சரிப்படுத்தி விடுகிறது.

மிதப்பு விசை மிகுதியாயிருந்தால் பொருள் நீர்மப் பரப்பில் வந்து மிதக்கும். பொருளின் எடை மிகுதியாயிருந்தால் அது மூழ்கி அடியில் சென்றுவிடும். இடம் பெயர்ந்த நீர்மத்தின் புவியீர்ப்பு மையம் இருந்த புள்ளியில் பொருளின் மிதப்பு விசை மிதப்பு மையத்தின் வழியாகச் செங்குத்தாகச் செயல்படும். நீர்ம நிலையியலில் ஆர்க்கிமிடீசின் தத்துவம் மிக இன்றியமையாதது. அதன் படி ஒரு பொருள் நீர்மத்தினுள் அமிழ்ந்திருக்கும்போது அதன் எடையில் ஏற்படுவதாகத் தோன்றுகிற குறைவு அதனால் இடம் பெயர்ந்த நீர்மத்தின் எடைக்குச் சமம் ஆகும்.

ஒரு நீர்மத்தில் முழுமையாகவோ, ஓரளவோ அமிழ்ந்திருக்கிற ஒரு பொருளின் சமநிலைத் தன்மை அதன் புவியீர்ப்பு மையமும், அதன் மிதப்பு மையமும் அமைந்திருக்கிற இடங்களைப் பொறுத்தது. புவியீர்ப்பு மையத்தின் இருப்பிடம் பொருளில் நிறை பரவியிருக்கிற விதத்தைப் பொறுத்து அமையும். மிதப்பு மையம் உள்ள



M - மிதவைக்காப்பு மையம்

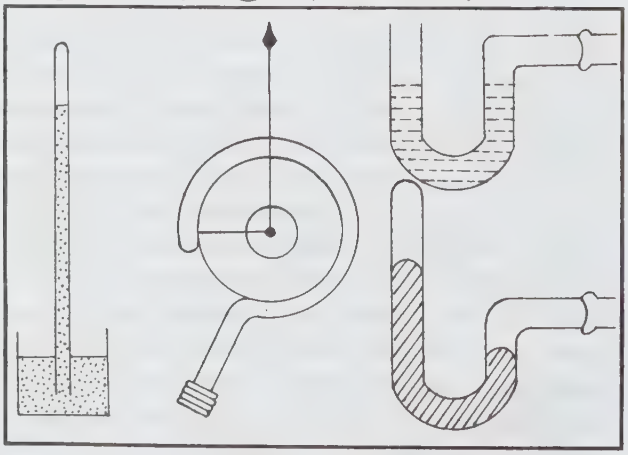
படம் 3. G கீழாகவும் B மேலாகவும் இருக்குமானால் கப்பல் சரியும்போது கவிழ்க்கும் விசையிரட்டை தோன்றிக் கப்பலைக் கவிழ்கிறது.

இடம், பொருளின் நீர்மத்தில் அமிழ்ந்திருக்கிற பகுதியின் வடிவத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது. பொருளின் புவியீர்ப்பு மையம் அதன் மிதப்பு மையத்திற்கு நேர் கீழே அமைந்திருந்தால் பொருள் நிலையாக இருக்கும். பொருள் சாய்ந்தாலும் இரண்டு மையங்களிலும் ஒரு மீட்டு வரும் விசையிரட்டை தோன்றி அதை நேராக்கிவிடும்.

ஒரு மிதக்கும் பொருளின் புவியீாப்பு மையம் மிதப்பு மையத்திற்கு மேலே இருந்தாலும் அதன் வடிவத்தைப் பொறுத்துச் சமநிலையில் இருக்க முடியும். பொருள் சாயும்போது, அதனால் இடம் பெயர்க்கப்பட்ட நீர்மத்தின் பருமம் மாறாது. ஆனால் அதன் வடிவம் மாறி விடக்கூடும். அப்போது மிதப்பு மையம் இடம் மாறி மீண்டும் ஒரு மீட்டு வரும் விசையிரட்டை தோன்றிப் பொருளைச் சமநிலைப்படுத்திவிடலாம். மிதப்பு மையத்தையும் புவியீர்ப்பு மையத்தையும் இணைக்கிற கோடும், இடம் பெயர்ந்த மிதப்பு மையத்திலிருந்து வரையப்படுகிற செங்குத்துக் கோடும் சந்திக்கிற இடம் மிதவைக் காப்பு மையம் எனப்படும். பொருள் சாய்ந்திருக்கிறபோது மிதவை காப்பு மையம் புவியீர்ப்பு மையத்திற்கு மேலே இருக்குமானால் ஒரு மீட்டு வரும் விசையிரட்டை தோன்றும். மிதவைக் காப்பு மையம் புவியீர்ப்பு மையத்திற்குக் கீழே போய் விடுமானால் ஒரு கவிழ்க்கிற விசையிரட்டை தோன்றிப் பொருளைக் கவிழ்ந்துவிடும். பெரும்பாலான கப்பல்கள், 10-15 பாகை சாய்வுகளுக்கு மிதவைக் காப்பு மையம் இடம் மாறாத வகையிலேயே அமைக்கப்படுகின்றன.

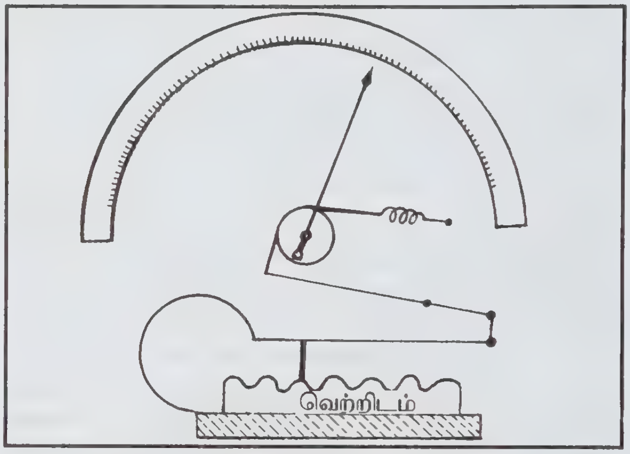
அழுத்த அளவிகள். இவ்வகை அளவிகளில் ஒரு வளைந்த குழாயோ, ஓர் உலோகத் திரையோ இருக்கும். அழுத்தத்தின் காரணமாக இவற்றின் வடிவத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் அளவிடப்படும். இந்த மாற்றத்தை நெம்புகோல் மூலமாகவோ மின்கருவி மூலமாகவோ அழுத்த

அலகுகளில் அளவு குறிக்கப்பட்ட முகப்புகளின் முன்னால் நகருகிற குறிமுள் கருவிகளுக்கு மாற்றிக் கொள்ளலாம். போர்டான் அளவி (Bourdon gauge) என்னும் கருவியில் நீள் வட்டமான குறுக்குப் பரப்பைக் கொண்ட ஓர் உலோகக் குழாய் அரை வட்டமாகவோ சுருளாகவோ வளைத்து வைக்கப்பட்டிருக்கும். குழாயினுள் அழுத்தம் மிகும்போது அது நிமிர முயலும். அப்போது அதன் முனையின் இயக்கம், நெம்புகோல்களின் மூலமாக ஒரு குறி முள்ளுக்கு மாற்றப்படுகிறது. குறிமுள், ஓர் அளவுகோல் முகப்பின் முன்னால் நகரும் வகையில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இது நிலையான அல்லது மெல்ல மாறுகின்ற அழுத்தங்களை அளவிட மட்டுமே ஏற்றது. ஒவ்வோர் அழுத்த நெடுக்கத்திற்கும் துல்லியமாக இருக்கிற வகையில் தனித்தனியான அளவிகள் அமைக்கப்படுகின்றன. குறுகிய நேரத்தில் ஏறி இறங்கும் அழுத்தங்களை அளவிட இவை உதவா. ஓர் உலோகத் திரையில் ஏற்படும் உருமாற்றங்களை மின்னோட்ட மாற்றங்களாக மாற்றக்கூடிய மின் கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவை ஆற்றல் மாற்றிகள் (transducers) எனப்படும். ஒவ்வோர் அழுத்த நெடுக்கத்திற்கும் வெவ்வேறு ஆற்றல் மாற்றிகள் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. இவை மைக்ரோ நொடிகளில் ஏற்படக்கூடிய அழுத்த மாற்றங்களுக்குக்கூட மறுவிளைவு காட்டுகின்றன. எனவே, இவற்றை விரைவாக ஏறி இறங்குகிற அழுத்தங்களை அளவிடப் பயன்படுத்தலாம். ஆனால் இவற்றின் விலை மிகுதி. மேலும் இவற்றுக்குப் பல துணைக் கருவிகளும் தேவைப்படுகின்றன.



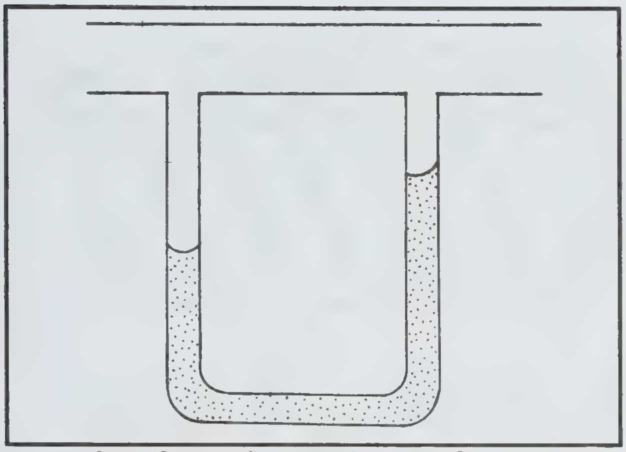
படம் 4. பல வகை அழுத்த அளவிகள்

ஒரு கண்ணாடிக் குழாயில் உள்ள நீர்ம மட்டத்தின் உயரத்தின் அடிப்படையில் அழுத்தத்தை அளவிடுகிற கருவிகள் அழுத்த அளவிகள் எனப்படும். ஓர் எளிய அழுத்த அளவியில் ஒரு முனை வளி அழுத்தத்திற்குத் திறந்தும் மற்ற முனை அழுத்தம் அளவிடப்பட வேண்டிய கலத்துடன் இணைக்கப்பட்டும் இருக்கும். இதிலிலுள்ள நீர்மம் அழுத்த அளவி நீர்மம் எனப்படுகிறது. அழுத்தம் அளவிட வேண்டிய தொட்டி, குழாய் அல்லது வேறு கருவிகளில் உள்ள நீர்மமும் அழுத்த அளவியின் நீர்மமும் ஒன்றாயிருந்தால் அந்த அழுத்த அளவி பீசோ அளவி (piezo meter) எனப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திலிருந்து அழுத்த அளவியின் திறந்த புயத்தில் நீர்ம மட்டம் உள்ள உயரம் அழுத்த முகடு எனப்படுகிறது. ஒரு குழாயிலுள்ள அழுத்தம் அளக்கப்படும்போது குழாயின் மையத்திலிருந்து நீர்ம மட்டம் உள்ள உயரம், அழுத்த முகடாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இந்த உயரத்தைத் நீர்மத்தின் அடர்த்தியாலும், புவியீர்ப்பு முடுக்கத்தினாலும் பெருக்கினால், நியூட்டன்/ச.மீ. அளவில் அழுத்தம் கிடைக்கிறது.

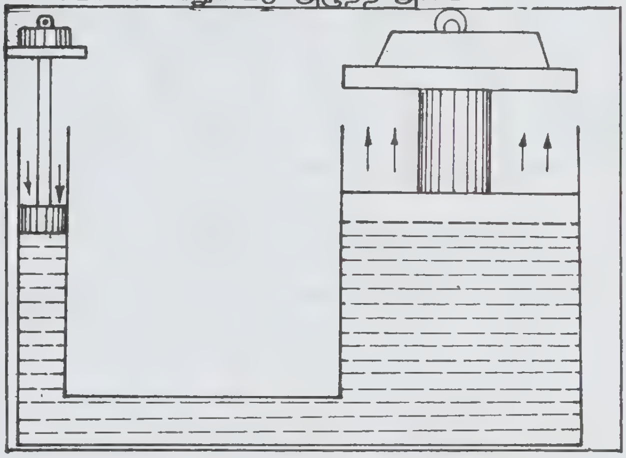


படம் 5. அனிராய்டு பார அளவி

வேறுபாட்டு அழுத்த அளவிகள் இரண்டு புள்ளிகளுக்கிடையிலுள்ள அழுத்த வேறுபாட்டை அளவிடுகின்றன. இதில் ஒரு நேரான அல்லது தலைகீழான நாம வடிவக் கண்ணாடிக் குழாய் உள்ளது. அழுத்த வேறுபாடு அளக்க வேண்டிய கலத்தில் உள்ள நீர்மம் அல்லது வளிமத்திலிருந்து வேறுபட்ட ஒரு நீர்மம் சிறிது நிரப்பப்பட்டிருக்கும். அதன் ஒரு புயம் அழுத்த வேறுபாடு கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வேண்டிய இரண்டு புள்ளிகளில் ஒன்றுடனும் மற்ற புயம் மற்றப் புள்ளியுடனும் இணைக்கப்படுகின்றன. இரண்டு புள்ளிகளும் ஒரே உயரத்தில் இருந்து ஒரே நீர்மத்தைக் கொண்டவையாகவும் இருக்குமானால், நாமக் குழாயின் இரு புயங்களிலும் உள்ள நீர்ம மட்டங்களுக்கிடையில் உள்ள வேறுபாட்டைப் புவியீர்ப்பு முடுக்கத்தாலும், அழுத்த அளவி நீர்மம், அழுத்தக்கலத்தில் உள்ள நீர்மம் ஆகியவற்றின் அடர்த்திகளுக்கு இடையிலுள்ள வேறுபாட்டினாலும் பெருக்கினால் இரண்டு புள்ளிகளுக்கும் இடையிலுள்ள அழுத்த வேறுபாடு கிடைக்கும். அழுத்த அளவி நீர்மம்



படம் 6. வேறுபாட்டு அழுத்த அளவி



படம் 7. நீரியல் உயர்த்தியின் தத்துவம்

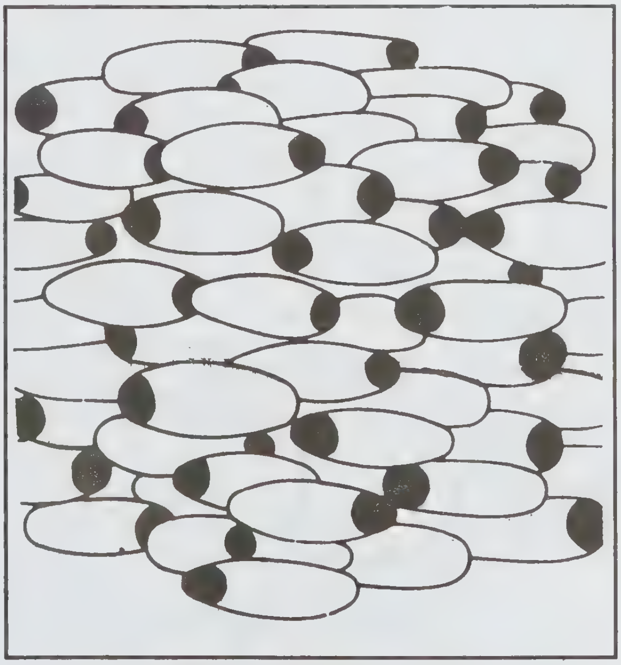
குறைந்த அடர்த்தி உள்ளதாக இருந்தால் சிறிய அழுத்த வேறுபாடுகள் பெரிதுபடுத்திக் காட்டப்படும். பெரிய அழுத்த வேறுபாடுகளை அளக்கிற அழுத்த அளவிகளில் வழக்கமாகப் பாதரசம் பயன்படுகிறது.

ஒரு கலத்தில் அடைக்கப்பட்டிருக்கிற ஒரு நீர்மத்தில் ஒரு புள்ளியில் செலுத்தப்படுகிற அழுத்தம் நீர்மம் முழுமைக்கும் அதே வலிவுடன் பரவுகிறது. நீர்மத்தின் மூலமாக அந்த அழுத்தம், கொள்கலத்தின் சுவர்களுக்கும் குழாய்ப் பரப்புகளுக்கும் இடம் மாற்றப்படுகிற து. எனவே ஓர் அடைப்பட்ட நீர்மத்தின் ஒரு சிறிய பரப்பில் செலுத்தப்படுகிற ஒரு சிறிய விசை, ஒரு பெ ய பரப்பில் பெரிய விசையை உண்டாக்க முடியும். நீரியல் அழுத்தி, உயர்த்தி போன்ற கருவிகளில் இந்தத் தத்துவம் பயன்படுகிறது. ஒரு சிறிய விட்டமுள்ள குழாயின் உந்துதண்டில் (piston) செலுத்தப்படுகிற விசை, அதனுடன் இணைக்கப்பட்ட ஒரு பெரிய குழாயிலுள்ள பெரிய உந்து தண்டில் பெரும் விசையைத் தோற்றுவித்து எடை மிகுந்த பொருள்களை உயர்த்தவும், மூட்டைகளை அழுத்தவும் பயன்படுகிறது. குழாய்களுக்குள் உள்ள நீர்மம் சுருக்க முடியாதவாறு உள்ளமையால் இடம் பெயருகிற நீர்மங்களின் பருமம் இரு குழாய்களிலும் வேறுபட்டிருக்கும். சிறிய உந்து தண்டும், பெரிய உந்து தண்டும் நகருகிற தொலைவுகள் அவற்றின் விட்டங்களுக்குத் தலைகீழ் விகிதத்தில் இருக்கும். இந்தத் தத்துவம் நீரியல் தடை, இயக்க கருவி, திருப்பி, கட்டுப்பாட்டுக் கருவி போன்றவற்றில் பெரிதும் பயன்படுகிறது. இவற்றில் சிறிய உந்துதண்டிற்குப் பதிலாக அழுத்தத்தைச் செலுத்த எக்கிகள் (pumps) பயன்படும்.

- கே.என். ராமசந்திரன்

நீர்மப் படிகம்

ஒரு படிகத்தில் அணுக்கள், மூலக்கூறுகள் போன்ற கட்டுமானக் கூறுகள் மீண்டும் மீண்டும் வருகிற வகையில் ஒழுங்காக அமைந்திருக்கின்றன. ஒரு நீர்மத்தில் அவை முற்றிலுமாக ஒழுங்கற்ற வகையில் பரவியிருக்கின்றன. தக்க வகையில் தேர்வு செய்யப்பட்ட மூலக்கூறுகளைக் கொண்டு படிகத்திலுள்ளதை விடக் குறைவான சமச்சீர்மையும், ஆனால் நீர்மத்தில் உள்ளதைவிட மிகுதியான சமச்சீர்மையும் உள்ள வேறு விதமான அமைப்பு முறைகளைக் கண்டுபிடிக்கலாம். அவை இடை உருக்கட்டங்கள் அல்லது நீர்மப்படிகங்கள் எனப்படுகின்றன. இவற்றில் பின்வரும் இன்றியமையா வகைகள் இப்போது அறியப்பட்டுள்ளன.

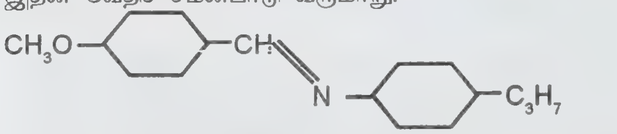


படம் 1 இழை நீர்மப்படிகக் கட்டம்

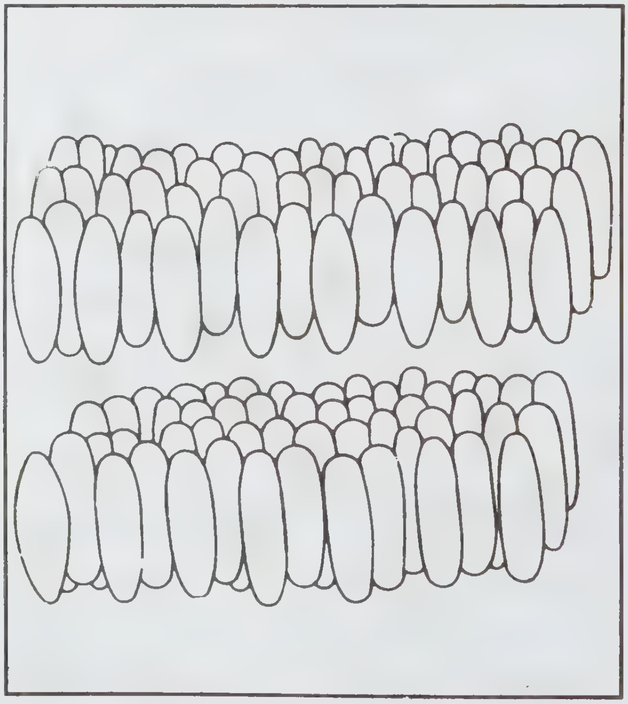
1. தண்டு வடிவ மூலக்கூறுகள் அடங்கிய பாய்மங்கள் இழை நீர்மப் படிகங்கள் எனப்படுகின்றன (படம் 1). அந்த மூலக்கூறுகளின் மையங்கள் ஒழுங்கற்ற முறையில் பரவியிருந்தாலும் தண்டுகள் அனைத்தும் ஒரு பொதுவான அச்சில் வரிசையாக அமைந்திருக்கும். மிதாக்சி பென்சிலிடின் பியூடைல் அனிலின் இத்தகைய இழை நீர்ம நிலையை உண்டாக்குகிற பொருளாகும். இதில் கட்ட மாற்றம் பின்வருமாறு அமையும்:

திண்ம நிலை $\xrightarrow{10^{0}C}$ இழை நீர்மப் படிகம் $\xrightarrow{43^{0}C}$ ஒரு படித்தான நீர்மம்

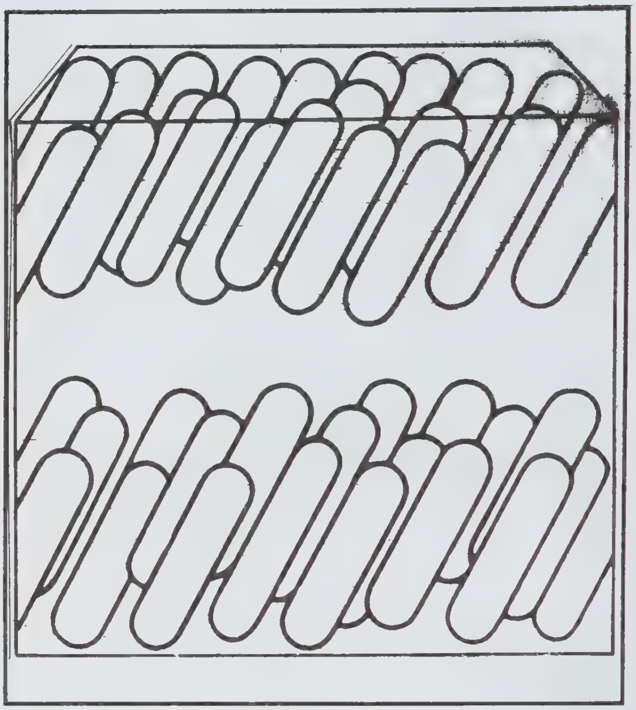
இதன் வேதிச் சமன்பாடு வருமாறு.



2. ஸ்மெக்டிக்-ஏ, ஸ்மெக்டிக்-சி போன்ற அமைப்புகள் படலங்களாக உள்ளவை. ஒவ்வொரு படலமும் ஓர் இரு பரிமாணமுள்ள நீர்மத்தைச் போலச் செயல்படும். ஸ்மெக்டிக்-ஏ ஒளியியல் தன்மையில் ஓரச்சு (படம் 2); ஸ்மெக்டிக்-சி ஒளியியல் தன்மையில் ஈரச்சு (biaxial) (படம் 3) ஆகும். சில குறிப்பிட்ட நீளமான கரிம மூலக்கூறுகளிலிருந்து இருவகையான ஸ்மெக்டிக்குகளையும் பெறலாம். டெரப்தால்-பிஸ்-பி-பியூடைல் அனிலின் (Terepthal - bis - P - Butylaniline - TBBA) இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு.

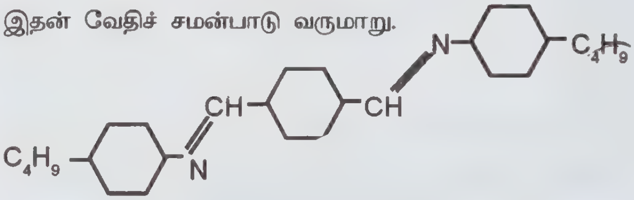


படம் 2. ஸ்மெக்டிக் ஏ கட்டம்



படம் 3. ஸ்மெக்டிக் சி கட்டம்

இதன் வேதிச் சமன்பாடு வருமாறு.



TBBA-வில் கட்ட மாற்ற வரிசை சிக்கலானது. இதன் முக்கியக் கட்டங்கள் வருமாறு :

படிகம் $\xrightarrow{113^{0}C}$ B $\xrightarrow{144^{0}C}$ C $\xrightarrow{172^{0}C}$ A $\xrightarrow{200^{0}C}$ N $\xrightarrow{236^{0}C}$ I

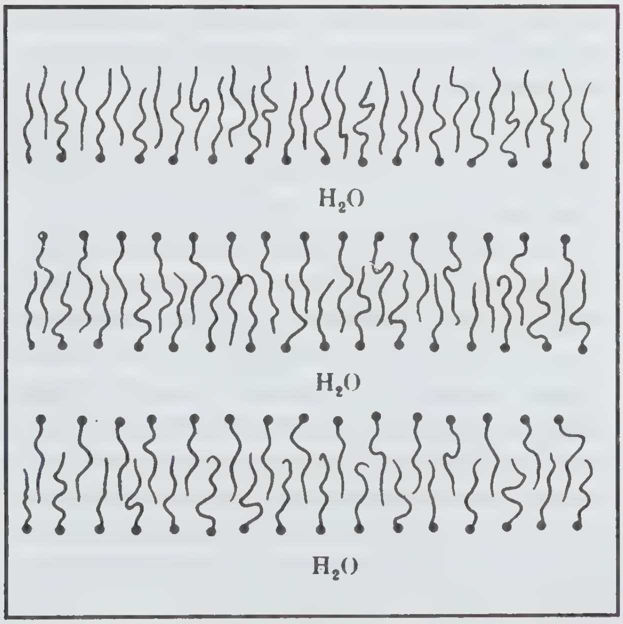
இங்கு I என்பது ஒரு படித்தான நீர்மக் கட்டத்தையும் N என்பது இழைப் படிகக் கட்டத்தையும் குறிக்கின்றன. B என்பது இன்னொரு வகையான ஸ்மெக்டிக் வகை. ஒரு சேர்மம் படிக நிலைக்கும் நீர்ம நிலைக்கும் இடையில் பல கட்டங்களில் இருக்க முடிவது சிறப்பான நிகழ்வு அன்று. ஏறத்தாழ இரண்டாயிரத்துக்கும் மேற்பட்ட மூலக்கூறுகள் இடை உருக்கட்டங்களை உண்டாக்கக் கூடியவை எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

TBBA போன்ற தூய்மையான பொருள்களில், வெப்பநிலையின் மூலமாகக் கட்டங்களின் வரிசையை ஆய்வு செய்ய முடியும். இதன் காரணமாகவே இவ்வாறு தோன்றும் நீர்மப் படிகங்கள் வெப்ப நாட்டப்படிகங்கள்

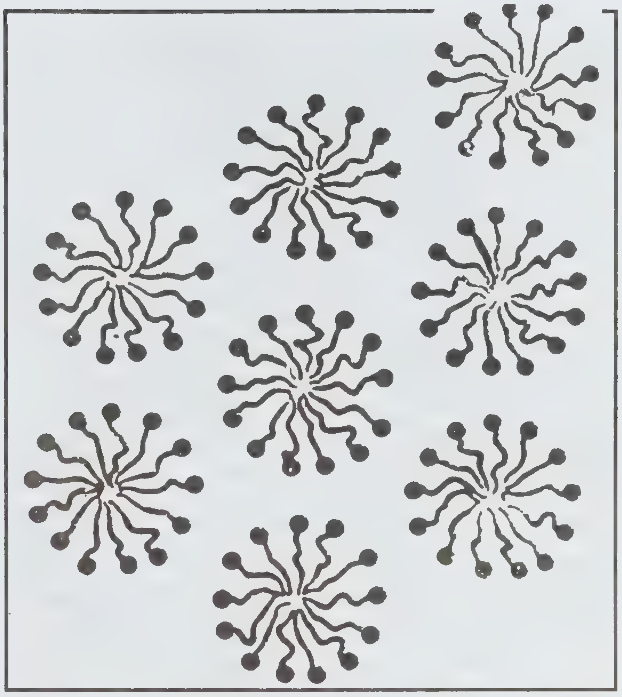
(thermotropic crystals) எனப்படுகின்றன. இன்னொரு கலவைக் குழுவில் செறிவை மாற்றுவதன் மூலம் கட்டங்களை மாற்ற முடியும். இவை தளர்வு நாட்டப் படிகங்கள் (lyotropic crystals) எனப்படும். கொழுப்பு, நீர் ஆகியவற்றின் கலவைகளில் தளர்வு நாட்ட ஸ்மெக்டிக்குகளைக் காணலாம். கொழுப்பு மூலக்கூறில் ஒரு நீர் நாட்டமுள்ள தலைமுனையும், நீர் வெறுக்கும் ஹைட்ரோகார்பன் வாலும் உள்ளன. பல கொழுப்புநீர் அமைப்புகளில் ஓர் அடுக்குப் படலக் கட்டம் (lamellar phase) காணப்படுகிறது (படம் 4). அது ஸ்மெக்டிக் ஏ போன்ற சமச்சீர்மையைப் பெற்றுள்ளது.

தளர்வு நாட்ட அமைப்புகளில் இயல்பாகவே தலைமுனைகள் அனைத்தும் நீருக்கு நெருக்கமாகவும், வால்கள் அனைத்தும் நீரை விட்டுத் தள்ளியும் அமைவதால் இந்தப் படலங்கள் தோன்றுகின்றன. வெப்ப நாட்ட அமைப்புகளில் என்ன நடக்கிறது என்பது தெளிவாகத் தெரியாவிட்டாலும் இதே போன்ற ஏதோ ஒரு செயல்முறை அங்கும் நிகழக்கூடும். வழக்கமாக மூலக்கூறுகளில் ஒரு மணமுள்ள (aromatic) கெட்டிப் பகுதியும், கொழுப்புத் தன்மையுள்ள (aliphatic) முனைச் சங்கிலிகளும் காணப்படும். மணமுள்ள பகுதிகளுக்கிடையிலான ஈர்ப்புகள் அமைப்பின் செயல்பாடுகளை ஆளும் வகையில் இருக்கக்கூடும். இவை ஓர் அடுக்குப் படல அமைப்பையே சார்ந்துள்ளன.

3. தண்டு வடிவக் (canonic) கட்டங்கள் இரண்டு திசைகளில் காலாந்தரத் தன்மை கொண்டவையாகவும்



படம் 4 கொழுப்பு - நீர் அமைப்பின் அடுக்குப் படலக் கட்டம்

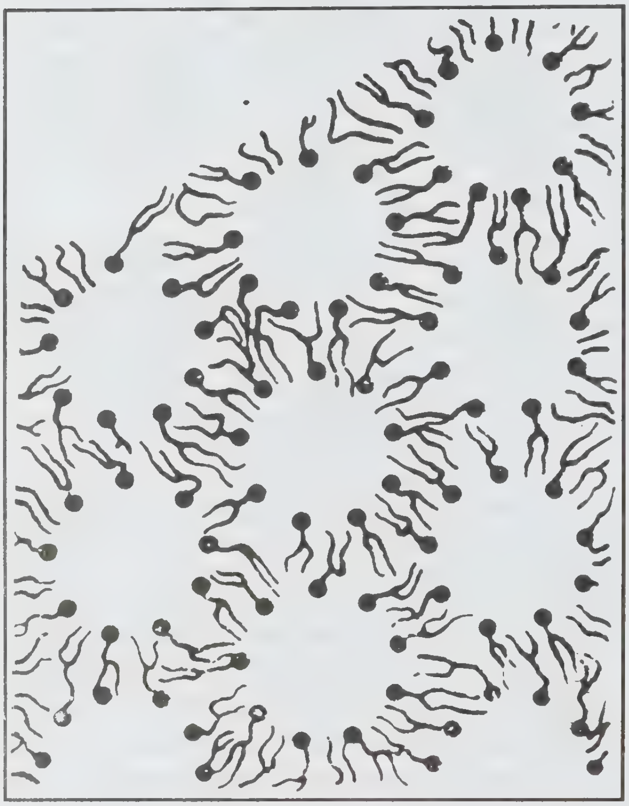


படம் 5. கொழுப்பு - நீர் அமைப்புகளின் அறுகோணக் கட்டம்

மூன்றாம் திசையில் காலாந்தரத் தன்மை இராதவையாகவும் இருக்கும். கொழுப்பு-நீர் அமைப்புகளில் காணப்படும் இவை படம் 5,6இல் காட்டப்பட்டிருக்கிற வடிவங்களில் இருக்கும். ஓர் ஆக்கக் கூறு தண்டுகளைக் கொண்டிருக்கும். ஒவ்வொரு தண்டும் ஓர் ஒற்றைப் பாய்மக் குழாய் ஆகும். இந்த அமைப்புக்கும் இழை நீர்ம அமைப்புக்கும் உள்ள வேறுபாடு, இதில் தண்டுகள் ஒழுங்காக அடுக்கப்பட்டுள்ளமையேயாகும்.

4. ஸ்மெக்டிக்-பி அமைப்புகள் படலங்களால் ஆனவை. ஆனால் எக்ஸ் கதிர்ப் படலங்களிலிருந்து ஒவ்வொரு படலமும் ஓர் இரு பரிமாணத் திண்மம் எனத் தெரிகிறது. இயல்பு நிலைத் திண்மத்திலிருந்து ஸ்மெக்டிக்-பி நிலைக்குப் போகும்போது அடிக்கடி மூலக்கூறுகளின் முனைகளிலுள்ள கொழுப்புச் சங்கிலிகள் உருகிவிடுவனவாகவும் வெப்ப நாட்ட அமைப்புகளிலுள்ள மணப்பகுதி அல்லது கொழுப்பு-நீர் அமைப்பிலுள்ள தலைமுனைகள் ஒழுங்கு நிலையிலேயே நீடிப்பனவாகவும் காணப்பட்டிருக்கிறது. இதன் காரணமாக அடுத்தடுத்த படலங்கள் ஏறத்தாழ இணைப்பில்லாத நிலையிலிருக்கிற ஒரு கட்டமைப்பு ஏற்படுகிறது. ஸ்மெக்டிக்-பி பொருள்கள் எளிதாகச் சறுக்கத் திரிபு அடையக்கூடிய படிகங்களாகவே கருதப்பட வேண்டும் எனத் தோன்றுகிறது. ஸ்மெக்டிக்குகளில் D,E,F,G,.... என்னும் பல அயல் பண்புள்ள கட்டங்கள் உள்ளன. D கட்டம் ஒரு கன சதுரக் கூழ்;

இதைப் பெரும் நெகிழ்வு தன்மை கொண்ட படிகமாகவே வகைப்படுத்த வேண்டும். E கட்டம், B கட்டத்தின் ஒரு வேற்றுருவாகவே தோன்றுகிறது. இதில் மூலக்கூறுகளுக்குச் சுழற்சி உரிமைகள் குறைவாயிருக்கின்றன.



படம் 6 கொழுப்பு - நீர் அமைப்புகளின் அறுகோணக்கட்டம் (தண்டுவடிவம்)

இழை நீர்மப் படிகங்கள் ஒளியியல் தன்மையில் ஒற்றை அச்சுள்ளவை. ஆனால் இவை நீர்மங்களைப் போல ஓடுகின்றன. வலிமை குறைந்த வெளிச்செயலாக்கிகளின் மூலம் அவற்றின் ஒளி அச்சைச் சுழற்ற முடியும் என்பதாலேயே அவற்றின் ஒளியியல் பண்புகள் ஆவலைத் தூண்டுவனவாக இருக்கின்றன. நடைமுறையில் கொள்கலத்தின் சுவர்களால் ஏற்படும் விளைவுகள், காந்த மற்றும் மின் புலன்களால் தோன்றும் விளைவுகள், நீர்மப் பாய்வினால் ஏற்படும் விளைவுகள் ஆகியவை மிகவும் இன்றியமையாதவை. ஓர் இழை நீர்மப் படிகப் பாளத்தின் ஒளி அச்சுத் திசையைக் கொள்கலத்தின் சுவர்களைப் பக்குவப்படுத்துவதன் மூலம் வேண்டிய திசையில் திருப்பி வைக்க முடியும். ஒரே திசையில் தேய்ப்பது, சுவர்ப்பரப்பில் தகுந்த மாசு நீக்கிகளைப் பூசுவது, சாய்வான கோணத்தில் உலோகப் படலங்களை ஆவியாக்கிப் படிய வைப்பது போன்ற முறைகளில் இதைச் செய்யலாம். இவ்வாறு நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட எல்லை நிபந்தனைகளுடன் கூடிய ஒற்றை மண்டலப் பாளங்களைத் தயாரிக்க முடியும்.

இழைப் படிக நீர்மங்கள் வலிமை குறைந்த, திசையொவ்வாப் பண்புள்ள காந்த விலக்க ஏற்புத்திறனைப் பெற்றிருக்கின்றன. இத்தகைய திசையொவ்வாப் பண்பு, காந்தப்புலத்தைத் தக்கவாறு திசைப்படுத்திச் சுவர் மூலம் வரிசைப்படுத்துதலுக்கும், காந்தப்புலம் மூலம் வரிசைப்படுத்தலுக்குமிடையில் ஓர் ஆவலைத் தூண்டும் போட்டியை ஏற்படுத்தலாம். நீண்ட காலத்திற்கு முன் இந்நிகழ்வை முதன் முதலாக ஃபீரீடெரிக்ஸ் என்பார் ஆய்வு செய்திருக்கிறார். 50 மைக்ரோமீட்டர் தடிமனுள்ள ஒரு பாளத்திற்கு 10^3-10^4 ஓர்ஸ்டட் அளவிலான காந்தப்புலங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒளியியல் காட்சிப் பதிவுகளின் மூலம் காந்தப் புல விளைவுகளை நேரடியாகக் கண்காணிக்கலாம்.

பாய்வுகள் மூலக்கூறு வரிசை அமைப்புகளுடன் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டவை. ஓர் எளிய சறுக்குப் பாய்வில் மூலக்கூறுகளின் நீண்ட அச்சுகள் வழக்கமாகப் பாய்வு கோடுகளின் திசைக்கு இணையாகத் திசைப்பட முனைகின்றன. பல நிகழ்வுகளில் சுவர் வரிசைப்படுத்தலுக்கும் பாய்வு வரிசைப்படுத்தலுக்கும் இடையில் ஒரு போட்டியை ஏற்படுத்தலாம். அப்போது வழக்கத்துக்கு மாறாக எந்திரவியல் ஒளியியல் விளைவுகளும், நிலையற்ற தன்மைகளும் உண்டாகின்றன.

இழை நீர்மப் படிகங்களில் மின்புலங்கள் குறிப்பிடத்தக்க விளைவுகளை உண்டாக்குகின்றன. நீர்மத்திற்கு லேசான மின் கடத்துந்தன்மை உள்ளபோது மின்புலம் நிலையின்மையைத் தூண்டிவிடக்கூடும். வெப்பநிலை ஏற்ற இறக்கத்தால் மூலக்கூறு வரிசைகள் சிறிது குலைக்கப்படுகின்றன. இதன் காரணமாகக் கடத்தல் மின்னோட்டப் பாங்கு ஒரு படித்தான தன்மை பெறுவதில்லை. ஒரு படித்தாயில்லாத கடத்தல் மின்னோட்டம் ஓர் இடைவெளி மின்னூட்டத்தை உண்டாக்குகிறது. இடைவெளி மின்னூட்டத்தின் மேல் மின்புலம் செயல்பட்டு நீர்மத்தில் ஒரு பரும விசையைத் தோற்றுவிக்கிறது. இதன் விளைவாக வரிசைப்படுதலைக் குலைக்கும் வகையில் ஒரு பாய்வு பாங்கு தோன்றுகிறது. இது தொடக்க உருக்குலைவைப் பெரிதாக்கி நிலையின்மையை உண்டாக்குகிறது. இந்தச் செயல்முறை பல மின் ஒளியியல் கருவிகளுக்கு அடிப்படைத்

தத்துவமாக அமைந்துள்ளது. இவற்றில் 10 வோல்ட் அளவிலான ஒரு மின்னழுத்தம் ஓரளவு ஒளிபுகும் தன்மையுள்ள மின்முனைகளில் மூலம் ஏறத்தாழ 50 மைக்ரோ மீட்டர் தடிமனுள்ள ஓர் இழை நீர்மப்படிகப் பாளத்தில் செலுத்தப்படுகிறது. மின்னழுத்தம் போதுமான அளவு மிகுந்திருக்கும்போது, கலங்கிய ஓட்ட நிலை தோன்றி வரிச்சீரோட்டம் பெரிதும் குறைந்து பாளம் ஒளியைப் பெருமளவில் சிதற வைக்கும்.

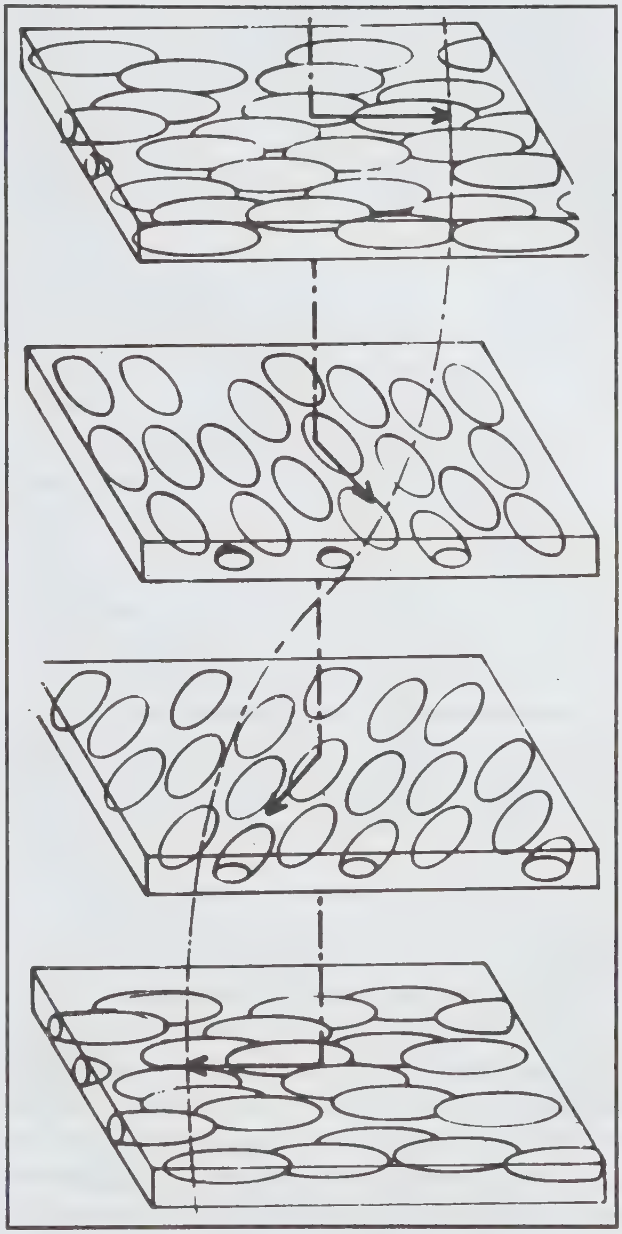
வெளிக் குலைவுக் காரணிகள் மூலம் ஒளி அச்சை எளிதாகத் திருப்ப முடியும் என்பதை மேற்சொன்ன எடுத்துக்காட்டுகள் விளக்குகின்றன. வெளிக்குலைவு ஏதும் இராதபோது ஒளி அச்சு தானாகவே மாற்றமடைவதும் குறிப்பிடத்தக்க விளைவே. இத்தகைய நீர்மங்கள் மின்புலம் இராமலேயே, சாதாரண நீர்மங்களை விட அதிக அளவுக்கு ஒளியைச் சிதற வைக்கின்றன. 1 மி. மீட்டருக்கு மேல் தடிமனுள்ள இழை நீர்மப் படிகங்கள் கலங்கிய தோற்றம் அளிக்கும்.

ஸ்மெக்டிக்-ஏ நீர்மப் படிகங்கள் நீர்மப் படலங்கள் கொண்ட அமைப்புக்கு எளிய எடுத்துக்காட்டாகும். இவை நீர்மங்களுக்கும் படிகங்களுக்கும் இடைப்பட்ட தன்மையுள்ள, வழக்கத்திற்கு மாறான எந்திரவியல் பண்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன.

சமதள அடுக்குப் படலங்கள் ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக உள்ளமை ஒரு சிறப்பியல்பாகும். ஆனால் இந்தப் படலங்களை எளிதாக உருக்குலைத்துவிட முடியும். அவற்றுக்கு இடையிலான தொலைவு நிலையாக்கப்பட்டதாக இருக்கிற போதிலும் அடுத்தடுத்த படலங்கள் ஒன்றின் மேல் ஒன்று எளிதாக வழுக்கிச் செல்ல முடிகிற படியால் அவற்றைப் பெரும் தொலைவுக்கு நகர்த்தலாம். இந்தப் பண்பு பல சிக்கல்களில் வெளிப்படுகிறது.

எல்லை நிபந்தனைகள் ஒரு சிறப்பியல் தன்மையான தட்டைத் தள அமைப்பை அனுமதியாவிட்டால், படலங்கள் ஓர் ஆவலைத் தூண்டும் உருக்குலைந்த பரப்பமைப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. ஒற்றைக் கோடான அச்சைக் கொண்ட சுருட்டிய பாயைப் போன்ற அமைப்பு இதற்கு ஓர் எளிய எடுத்துக்காட்டு. இதை விடச் சிக்கலான அமைப்புகளும் உள்ளன. அவற்றில் ஒற்றைக் கோடுகள் நீள்வட்டங்களாகவும் பர வளையங்களாகவும் ஆகிவிடும்.

படலங்களுக்கு இணையாக அமையும் அலைத் திசையனைக் கொண்ட அலைவு படலங்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவுகளை மாற்றுவதில்லை. எனவே, இத்தகைய குறிப்பான அலைவு வகைகளில் மீட்டு வரும் விசை மிகவும் வலிமை குன்றியிருக்கும். இவற்றின் வெப்ப ஏற்ற இறக்கங்கள் பெரும் வீச்சுள்ளவை. இதன் காரணமாக ஒரு சிறப்பு வகையான ஒளிச் சிதறல் ஏற்படுகிறது.

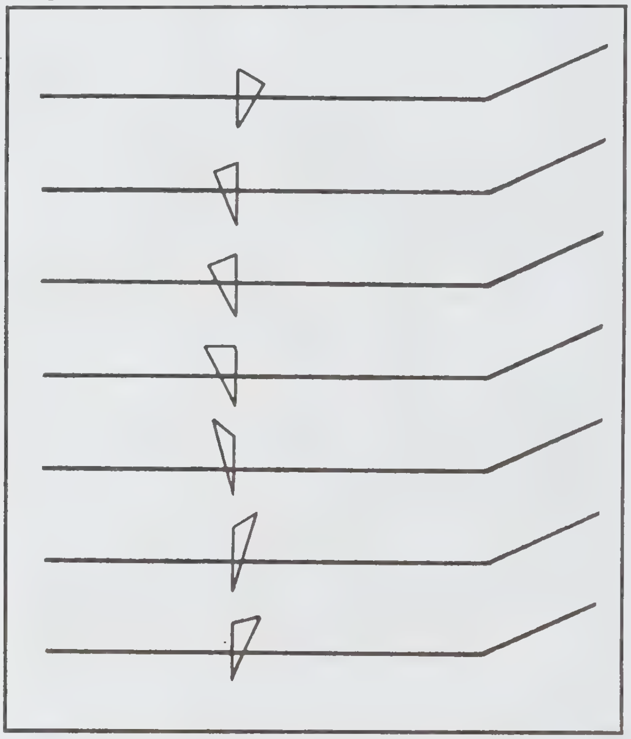


படம் 7 முறுக்கப்பட்ட கோலஸ்டரிக்

ஏறத்தாழ 100 மைக்ரோ மீட்டர் தடிமனுள்ளதும், பாளத் தளத்திற்கு இணையாக அமைந்த அடுக்குகளைக் கொண்டதுமான ஒரு ஸ்மெக்டிக் பாளத்தைப் படலங்களுக்குச் செங்குத்தான திசையில் விரைவாக இழுத்தால் எல்லைப் படலங்களின் சார்பு இடப்பெயர்ச்சி

ஒரு சில நூறு ஆங்ஸ்ட்ராமுக்கு மேல் அதிகரிக்கும்போது ஸ்மெக்டிக் படலங்கள் தம் தடிமனை மாற்றிக் கொள்ளாமல் கிடைக்கிற இடத்தை அடைத்துக் கொள்கிற வகையில் மடிந்து கொள்கின்றன.

மேலோட்டமாகப் பார்க்கும்போது ஒரு ஸ்மெக்டிக், சோப்பைப் போன்ற பாகியல் தன்மை கொண்டதாகத் தோன்றலாம். ஆனால் உண்மையான நிலை இதைவிட நுட்பமானது. படலங்களுக்கு இணையாக உள்ள பாய்வுகளில் உராய்வு மிகக் குறைவாக இருக்கும். ஆனால் படலங்களுக்குக் குறுக்காகப் பாய, ஓர் அழுத்த வேறுபாடு தேவைப்படும்.



படம் 8 முறுக்கப்பட்ட ஸ்மெக்டிக்-'சி'

கரைபொருள் மூலக்கூறுகளும் அவற்றின் எதிரொளிப்புப் பிம்ப அமைப்புள்ள மூலக்கூறுகளும் (chiral) வெவ்வேறாக உள்ளமையால் ஏற்படும் விளைவுடன் தொடர்புள்ளதாக ஒரு குறிப்பிடத்தக்க நீர்மப் படிகக் கட்டமைப்புக் குலைவு ஏற்படுகிறது. இத்தகைய மூலக்கூறுகள் கலந்த இழை நீர்மப் படிகம் சுருள் வடிவத்துக்கு முறுக்கிக் கொண்டு விடுகிறது. (படம்7) இது கோலஸ்டரிக் கட்டம் (cholesteric phase) எனப்படும். இது முதன்முதலாகக் கோலஸ்டரால் எஸ்டர்களில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டமையால் இப்பெயரைப் பெற்றது. சுருளின் புரியிடைத் தொலைவு மைக்ரான் அளவிலேயே இருக்கும். எனவே, பிராக் வகையிலான ஒளிச்சிதறல் உண்டாகிறது. இதன் காரணமாகப் பல கோலஸ்டரிக்குகள் அழகிய பல நிற ஒளிகளுடன் விளங்கும். மேலும், புரியிடைத் தொலைவும் அதன் மூலம் நிறமும் வெப்பநிலை, மின் மற்றும் காந்தப் புலன்கள், வேதி மாசுகள் போன்ற வெளிக் காரணிகளால் பெரிதும் பாதிக்கப்படும். இந்தப் பண்பு சில கருவிகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு ஸ்மெக்டிக்-ஏ பொருளுடன் எதிர்பலிப்பு மூலக்கூறுகளைக் கலந்தால் அவை பெரிய அளவிலான முறுக்கத்தைத் தூண்டா. ஏனெனில் படலத்தின் தடிமன் மாறாமலிருப்பது கட்டாயம். ஆனால் ஒரு ஸ்மெக்டிக்-சி கட்டத்தை உண்டாக்கும் (படம் 8). இது முறுக்கப்பட்ட இழை நீர்மப்படிகத்தை மிகவும் ஒத்த பிராக் எதிரொளிப்புகளும், ஒளியியல் தளச் சுழற்சிகளும் கொண்டதாயிருக்கும். மேலும் ஒவ்வொரு முறுக்கப்பட்ட சி கட்டமும் அயமின் தன்மை கொண்டதாயிருப்பது அண்மையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது படலங்களுக்கு இணையாகவும் சாய்வுத் திசைகளுக்குச் செங்குத்தாகவும் உள்ள ஒரு நிலையான திருப்புத்திறன் பெற்றிருக்கிறது. மூலக்கூறுகள் தம் பெரும் அச்சைப் பற்றி எளிதாகச் சுழல முடிவதால் அது 10^{-2} டீபை/மோல் என்னும் அளவில் மிகவும் குறைவாக உள்ளது. ஆனால் பாயக்கூடிய ஓர் அமைப்பில் ஒரு திருப்புத் திறன் இருப்பது சில குறிப்பிடத்தக்க குறுக்கு விளைவுகளுக்கு வழி கோலுகிறது.

- கே. என். ராமசந்திரன்

நீர்மப் பெட்ரோலிய வளிமம்

சாதாரண வெப்பநிலையில் வளிமண்டல அழுத்தத்தில் வளிம நிலையிலும், சற்று உயர் அழுத்தத்தில் நீர்மமாகவும் அமைந்த இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட ஹைட்ரோகார்பன்களின் கலவையே நீர்மப் பெட்ரோலிய வளிமம் (liquid petroleum gas) ஆகும். எடுத்துக்காட்டாகப் புரோப்பேன், புரோப்பிலீன், பியூட்டேன், ஐசோபியூட்டேன், பியூட்டிலீன் முதலியவற்றின் கலவையே இவ்வளிமம்.

இண்டேன் என்னும் பெயரில் இந்திய எண்ணெய் நிறுவனம் நீர்மப் பெட்ரோலிய வளிமத்தைத் தயாரிக்கிறது. இதில் 85% பியூட்டேனும், 15% புரோப்பேனும் உள்ளன. சென்னை, கோயாலி, பிரௌனி, குவஹாத்தி ஆகிய இடங்களிலுள்ள எண்ணெய் தூய்மையாக்கும் நிலையங்களில், வினைவேக மாற்றிகளைக் கொண்டு வெப்பப் பிளவு (cracking) முறையில் இவை தயாரிக்கப்படுகின்றன. இந்நிலையங்களில் காய்ச்சி வடித்தல் வினையின்போது நிறைவுறு ஹைட்ரோகார்பன்களின் கலவையாக நீர்மப் பெட்ரோலிய

வளிமம் பெறப்படுகிறது. பின்னர் இதிலிருந்து நீர், கந்தகம் போன்றவை நீக்கப்பட்டு உருளை வடிவ வளிமக் கலன்களில் அடைக்கப்படும். மணமற்ற இவ்வளிமத்துடன், இவற்றின் வெளிப்பாட்டினைக் கண்டறிய, கெடு மணமுடைய மெர்காப்டன்கள் (தயோ ஆல்கஹால்கள்) சேர்க்கப்படுகின்றன.

நீர்ம நிலையில் உருளை வளிமக் கலன்களில் அடைத்து வைக்கப்பட்டுள்ள இவ்வளிமம் வளிமநிலைக்கு மாற்றப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. சாதாரண வளிமண்டல அழுத்தத்திலும், அறை வெப்பநிலையிலும் இது வளிமமாக உள்ளது. குறைந்த அளவு அழுத்தத்தைப் பயன்படுத்தி, கன அளவு 240 மடங்கு குறைக்கப்பட்டு, இது நீர்மமாக்கப்பட்டு, உருளை வளிமக் கலன்களில் அடைக்கப்படுகிறது. உருளையின் திறப்பைத் திறக்கும்போது அழுத்தம் குறைந்து நீர்மம் ஆவியாகிறது. இந்த ஆவி திறந்துள்ள தடுக்கிதழ் (valve) மூலமாகவும், அழுத்தத்தைச் சீராக்க உதவும் அமைப்பின் (regulator) மூலமாகவும் தள்ளப்பட்டு ரப்பர் குழாய் வழியாக அடுப்பை அடைந்து, காற்றுடன் கலந்து எரிய வைக்கப்படுகிறது. வளிமம் வெளிச்செல்லும்போது அழுத்தப்பட்ட நீர்மம் மேன்மேலும் ஆவியாக்கப்படுகிறது. இது உருளை வளிமக் கலனின் தடுக்கிதழ் மற்றும் அடுப்பின் திறப்பான் போன்றவற்றை மூடும்வரை நடைபெறுகிறது. இவ்வளிமம் காற்றுடன் கலந்தால் மட்டுமே எரியும் தன்மையுடையது. எனவே பிற வளிம எரிபொருள்களைவிடப் பாதுகாப்பானது.

நீர்மப் பெட்ரோலிய வளிமத்தின் நீர்ம நிலை அடர்த்தி, இவற்றை உருளைகளில் அடைப்பதற்கும் இடம்விட்டு இடம் எடுத்துச் செல்லவும் முக்கியமானது. இதன் நீர்மநிலை அடர்த்தி இவற்றைச் சேமிக்கும் இடங்களிலும் பயன்படுத்தும் இடங்களிலும் தேவையான காற்றோட்ட அமைப்பை அறிய உதவுகிறது. பெரும்பாலான நீர்மப் பெட்ரோலிய வளிமங்கள் காற்றைவிடக் கடினமானவை. எனவே உருளை வளிமக் கலன்களைத் தரைமட்டத்திற்குக் கீழ் வைத்திருக்கக்கூடாது. இவ்வகை உருளைகள் தரைமட்டத்தில் வைக்கப்பட்டுத் தரையை ஒட்டிய காற்றோட்ட அமைப்புடன் அமைக்கப்பட வேண்டும்.

நீர்மப் பெட்ரோலிய வளிமம் பின்வரும் சிறப்பியல்புகளால் வீடுகளிலும், ஓரளவு தொழிற்சாலைகளிலும் இடம் பெறுகிறது. இது முற்றிலும் எரியும் தன்மையுடைது; எனவே சாம்பல் போன்ற கழிவுப்பொருள்களை விட்டுச் செல்வதில்லை; வெப்ப ஆற்றல் மிகுதி; இது குழாய் மூலம் எளிதில் பாயும். இதைத் தீப்பற்ற வைப்பது எளிது.

- ஊ.து. இராஜம்மா

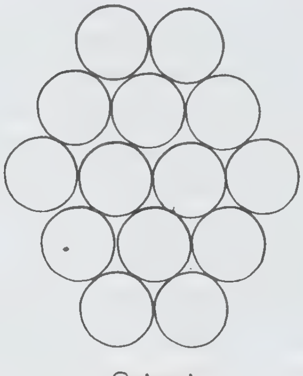
நீர்மம்

நீர்ம நிலையைத் திண்ம, வளிம நிலைகளுக்கு இடைப்பட்ட நிலையாகக் கொள்ளலாம். நீர்மத்தின் பண்புகள் திண்ம, வளிமநிலைப் பண்புகளிலிருந்து வேறுபட்டுள்ளன. இதற்குக் காரணம் நீர்மங்களில் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையேயான கவரும் தன்மையேயாகும். இந்தக் கவரும் தன்மை வளிமங்களிடையே காணப்படுவதைவிட நீர்மங்களில் அதிகமாக உள்ளது. இதற்குக் காரணம் நீர்மங்களில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் அமைப்பே. நீர்மங்களில் மூலக்கூறுகளிடையே உள்ள இடைவெளி குறைவாக உள்ளது. மூலக்கூறுகள் ஒன்றுடன் ஒன்று நெருக்கமாக அமைந்துள்ளன. வளிமங்களில் மூலக்கூறுகள் முறைப்படியான அமைப்பு பெறவில்லை. மூலக்கூறுகள் தன்னிச்சையாக நகர வாய்ப்புள்ளது. அதனால் நீர்ம நிலையில் இருக்கும் பொருளின் அடர்த்தி வளிம நிலையில் இருக்கும் பொருளின் அடர்த்தியைவிட மிகவும் அதிகமாக உள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, நீர்ம நிலையில் நீரின் அடர்த்தி 1 கிராம்/க.செ.மீ. ஆனால் வளிம நிலையில் அதே நீரின் அடர்த்தி 0.0008 கி/க செ.மீ.

கொடுக்கப்பட்டுள்ள முழுப் பரப்பையும் நீர்மங்கள் ஆக்கிரமிப்பதில்லை. ஆனால் வளிமங்கள் முழுப் பரப்பில் பரவிக் கிடக்கின்றன. ஆதலால் நீர்மங்கள் வளிமங்களைப் போலல்லாமல் குறித்த கொள்ளளவை மட்டுமே கொண்டிருக்கின்றன. மூலக்கூறுகளுக்கு இடையேயான குறைவான இடைவெளி அல்லது இடைவெளியில்லாத அமைப்பு காரணமாக நீர்மங்கள் அழுத்தப்பட முடியாதவையாக உள்ளன.

கீழ்க்காணும் வரைபடம் திண்ம, நீர்ம, வளிம நிலைகளில் மூலக்கூறுகளின் அமைப்பைக் காட்டுகிறது. நெருக்கமான கட்டமைப்பு, அழுத்த இயலாத தன்மை, குறித்த கொள்ளளவு கொண்டிருத்தல் முதலிய பண்புகளில் நீர்மங்கள் திண்மங்களை ஒத்திருக்கின்றன. இந்தப் பண்புகளினால் நீர்மங்களில் திண்மங்களைப் போன்ற முறையான அமைப்பு உள்ளது எனலாம். அதே சமயம் நீர்மங்கள் வேறு சில பண்புகளால் வளிமங்களை ஒத்துள்ளன. நகரும் தன்மை, ஊடுருவும் தன்மை, குறிப்பிட்ட உருவம் இல்லாமை ஆகியன நீர்மங்களுக்கும் வளிமங்களுக்கும் பொதுவானவை.

நீர்மங்களுக்குத் திண்மங்களைப் போலக் குறிப்பிட்ட உருவ அமைப்பு கிடையாது. நீர்மங்கள் கொள்கலத்தின் அமைப்பையே பெறுகின்றன.



படம் 1 மூலக்கூறுகளின் அமைப்பு

திண்ம நிலையில் உள்ள பொருள்களை நீர்ம நிலைக்கும், நீர்ம நிலையிலுள்ள பொருள்களை வளிம நிலைக்கும் மாற்ற முடியும். இதற்கு வெப்ப ஆற்றல் உதவுகிறது. திண்ம நிலையிலுள்ள பொருளை நீர்ம நிலைக்கு மாற்றம் செய்யும் வினையின்போது ஏற்கப்படும் வெப்பத்தினளவு நீர்ம மாறுதலுக்குரிய வெப்பம் எனப்படும். நீர்ம நிலையிலுள்ள பொருளை ஆவிநிலைக்கு மாற்றும் வினையில் ஏற்கப்படும் வெப்பத்தின் அளவு ஆவியாதலுக்குரிய வெப்பம் (heat of vapourisation) எனப்படும்.

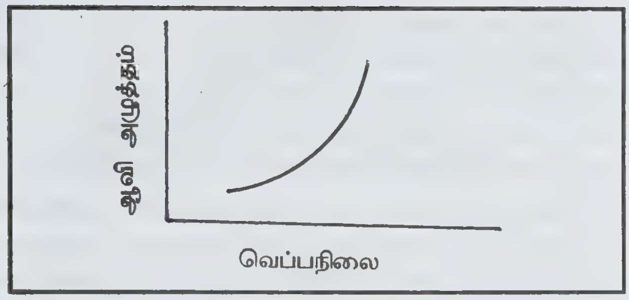
ஆவியாதல் என்னும் நிகழ்வு நீர்மத்தை ஆவியாக மாற்றும் வினையாகும். ஆவியாதல் நடைபெற வேண்டுமானால் நீர்மத்திலுள்ள மூலக்கூறுகளைப் பிரிக்க வேண்டும். அவற்றிற்கு இடையேயுள்ள கவரும் தன்மையை முறியடிக்க விரைவு விசை (strong force) தேவைப்படுகிறது. இந்த விரைவு விசை வெப்ப ஆற்றலிலிருந்து கிடைக்கிறது. வெப்ப ஆற்றலின் தேவை மூலக்கூறுகளுக்கு இடையிலுள்ள கவரும் தன்மையைப் பொறுத்தது. கவரும் தன்மை மூலக்கூறுகளுக்கிடையே மிகுந்திருந்தால் அவற்றைப் பிரிக்க மிகை ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. கவரும் தன்மை குறைவாக இருக்கும்போது வெப்ப ஆற்றலும் குறைவாகவே தேவைப்படுகிறது.

ஆவியழுத்தம், பரப்புவிசை, நகரும் தன்மை ஆகியன நீர்மங்களுக்குரிய பண்புகளில் முதன்மையானவையாகும்

ஆவி அழுத்தம் அல்லது நீர்ம - ஆவிச் சமநிலை. குறைந்த வெப்ப அளவு கொண்ட நீர்மத்தை ஒரு திறந்த கொள்கலனில் எடுத்துக்கொண்டால் சுற்றுப்புற வெப்பத்தை ஏற்று அனைத்து நீர்மமும் ஆவியாகிவிடும். நீர்மத்தைக் காற்று நீக்கப்பட்ட ஒரு மூடிய கொள்கலனில் எடுத்துக்கொண்டால் நீர்மம் உடனே ஆவியாகத் தொடங்குகிறது. இதற்குத் தேவையான வெப்பம் நீர்மத்திலிருந்து எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இதனால் நீர்மத்தின் வெப்பநிலை குறைகிறது. ஆவிநிலையிலான சில மூலக்கூறுகள் மீண்டும் நீர்மத்திற்கு வந்து சேருகின்றன. அவ்வாறு ஆவியின் மூலக்கூறுகள் திரும்ப நீர்மமாகும் வேகம் ஆவிநிலையில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தது. ஆதலால் ஆவியாதல் (evaporation) ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தில் நிகழும்போது ஆவி மீண்டும் நீர்மமாகும் நிகழ்ச்சியும் (condensation) அதிகரித்துக் கொண்டே வருகிறது. இந்த அதிகரிப்பு இரண்டு நிகழ்ச்சிகளின் வேகமும் சமமாகும் வரை நடக்கிறது.

ஆவியான நிலையில் மூலக்கூறுகள் நீர்ம மூலக்கூறுகளினின்றும் உயர் வேகத்தில் இயங்குகின்றன. வளிம மூலக்கூறுகளைப் போலவே அனைத்து வகையிலும் ஆவி மூலக்கூறுகள் செயல்படுகின்றன. ஆவி மூலக்கூறுகள் சில, தம் இயக்கத்தின் காரணமாக நீர்மப் பரப்பைத் தொட நேர்ந்தால் அப்போது உட்பரப்பில் இருக்கும் பிற மூலக்கூறுகள் அவற்றிற்குண்டான ஈர்ப்பு விசையால் அவற்றை உள்ளிழுத்துவிடுகின்றன. இவ்வாறு மூலக்கூறுகள் நீர்மத்தை விட்டு விலகுவதும், பின்னர் நீர்மத்தினுள் உள்ளிழுக்கப்படுவதும் தொடர்ச்சியாக நடைபெறுகின்றன. ஆவி மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்க அதிகரிக்க நீர்மத்தினுள் அவற்றின் மீட்சியும் அதிகரிக்கிறது. மேலும், ஆவி மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அதிகரித்து நெருக்கம் மிகுந்துவிட்ட நிலையில் நீர்மத்திலிருந்து வெளியேறும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை குறைந்துவிடுகிறது. எனவே, சூழ்நிலைக்குத் தகுந்தவாறு மூலக்கூறுகளின் வெளியேற்றமும், மீட்சியும் நிகழ்கின்றன.

வெப்பநிலை மாறாமல் இருக்கும்போது, குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிக்குள் நீர்மப் பரப்பினின்றும் வெளியேறும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையும் உட்பரப்புக்குள் மீளும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையும் சமமாகிவிடும் நிலைமை ஏற்படுகிறது. இதனைச் சமநிலை அமைப்பு (state of equilibrium) எனலாம். இந்நிலைமை ஏற்பட்டால் ஆவி மூலக்கூறுகள் தெவிட்டிய நிலையை அடையும். நீர்மப் பரப்பை அடுத்துத் தெவிட்டிய நிலையில் ஆவி மூலக்கூறுகளால் உருவாக்கப்படும் அழுத்தம், ஆவி அழுத்தம் (vapour pressure) எனப்படும். வெப்பநிலையைச் சார்ந்து ஆவி அழுத்தம் அமைகிறது. வெப்பநிலைக்கும் ஆவி அழுத்தத்திற்குமுள்ள தொடர்பைப் படம் 2 இன் மூலம் அறியலாம். நீர்மம் சூடேற்றப்படும்போது நீர்ம மூலக்கூறுகளின் இயக்கம் விரைவாகிறது. இதனால்



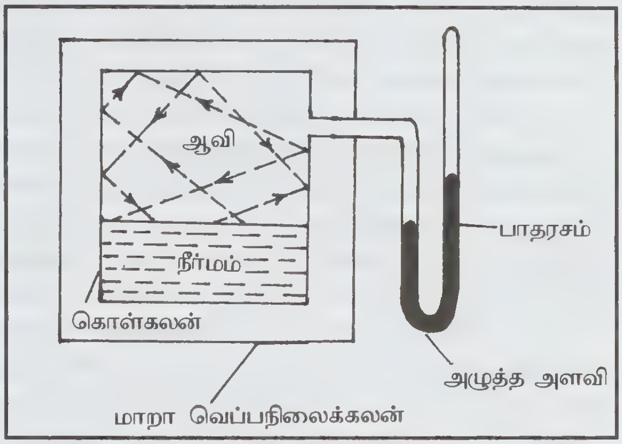
படம் 2.

நீர்மப் பரப்பினின்றும் நீர்ம மூலக்கூறுகள் விரைவாக வெளியேற்றப்படுகின்றன. இதனால் ஆவியாதல் விரைவாகிறது. உயர் வெப்பத்தில் எண்ணற்ற மூலக்கூறுகள் உடனுக்குடன் வெளியேற வேண்டியுள்ளமையால் அதனைச் செயலாற்ற நீர்மப் பரப்பு போதுமானதாக இல்லை. எனவே அடிமட்டத்திலிருக்கும் மூலக்கூறுகள் கூடத் தேவையான இயக்க வேகம் பெற்றுத் திசைமாறி வெளியேறுகின்றன. இதுவே குமிழ் உண்டாவதற்குக் காரணமாகும். குமிழ் நிலைபெற்று நீர்மம் ஆவியாதல், கொதித்தல் (boiling) எனப்படுகிறது. எந்த வெப்பத்தில் ஒரு நீர்மம் கொதிப்படைகிறதோ அந்த வெப்பநிலை அந்நீர்மத்தின் கொதிநிலை (boiling point) ஆகும்.

வெளிக்காற்று மண்டல அழுத்தத்திற்குச் சமமான அழுத்தத்தைப் பெற்றதும் கொதித்தல் நிகழ்கிறது. குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிக்குள் வெளிக் காற்று மண்டல அழுத்தமும் மாற வாய்ப்பில்லை என்னும் காரணத்தால் ஆவி அழுத்தமும் மாறுவதில்லை. நீர்மத்தைச் சூடுபடுத்தும்போது ஆவியாதல், அதாவது கொதித்தல் விரைவாக்கப்படுமே தவிர கொதிநிலை மாறுபடாது. வெளிக்காற்றின் அழுத்தம் ஓரலகுடையதாக இருப்பின் (760 மி.மீ. பாதரசம்) நீர்மத்தின் கொதிநிலை இயல்பானதாக உள்ளது. வெளிக்காற்றழுத்தம் குறையுமானால் அதே சார்பளவில் நீர்மத்தின் கொதிநிலையும் குறைகிறது. வெளிக்காற்றழுத்தம் அதிகரித்தால் நீர்மத்தின் கொதிநிலையும் அதிகரிக்கிறது. மலையுச்சியில் காற்றழுத்தம் அடிவாரத்தைவிடக் குறைவாக இருக்கும். எனவே, மலையுச்சியில் நீர்மங்களின் கொதிநிலை மலையடிவாரத்தில் இருப்பதைவிடக் குறைவாக இருக்கும்.

ஆவியாதல், மீண்டும் நீர்மமாதல் ஆகிய இரண்டு நிகழ்ச்சிகளும் சம வேகத்தில் நடக்கும் நிலை, சமநிலை எனப்படும். நீர்மமும், ஆவியும் அவ்வாறு சமநிலையில் இருக்கும்போதுள்ள அழுத்தமே அந்த வெப்பநிலையில் அந்த நீர்மத்தின் ஆவியழுத்தம் எனப்படுகிறது. ஆவியழுத்தத்தைப் பின்வரும் ஆய்வு மூலம் கண்டுபிடிக்கலாம்.

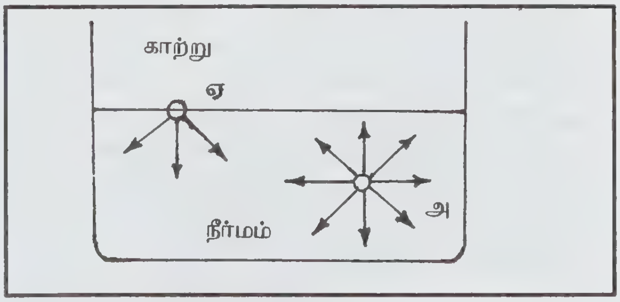
படம் 3 இல் காட்டியவாறு ஒரு மூடிய கொள்கலனில் நீர்மத்தை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். நீர்மம் அடங்கிய கொள்கலனை மாறா வெப்பநிலைக் கலனுக்குள் வைக்க வேண்டும். நீர்மம் ஆவியாகும்போது ஆவி மூலக்கூறுகள் கொள்கலனின் சுவர்களைத் தாக்குகின்றன. இதனால் ஏற்படும் அழுத்தம் அழுத்த அளவி (monometer) என்னும் கருவியில் பதிவாகிறது.



படம் 3 நீர்மங்களின் ஆவியழுத்தம்

ஆவி அழுத்தம் வெப்பம் அதிகரிக்கும்போது அதிகரிக்கிறது. வெப்பம் அதிகரிக்கும்போது, நீர்மத்திலிருந்து ஆவியாகும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கிறது. அதன் விளைவாக ஆவியழுத்தம் மிகுதியாகிறது.

பரப்பு விசை. நீர்மத்தின் மூலக்கூறுகளுக்கிடையே உள்ள கவரும் தன்மையே நீர்மத்தின் பரப்பு விசை என்னும் பண்புக்குக் காரணமாகும். இதைக் கீழ்க்காணும் முறையில் விவரிக்கலாம். 'அ' என்னும் நீர்மத்தின் உட்பகுதியில் இருக்கும் மூலக்கூறை எடுத்துக் கொள்ளலாம். அந்த மூலக்கூறு அனைத்துத் திசைகளிலும் அதைச் சுற்றியிருக்கும் பிற மூலக்கூறுகளால் சமமாகக் கவர்ந்திழுக்கப்படுகிறது. அடுத்ததாக மேற்பரப்பில் இருக்கும் 'அ' என்னும்



படம் 4 மூலக்கூறுகளின் கவரும் தன்மை

மூலக்கூறை எடுத்துக் கொள்ளலாம். இந்த மூலக்கூறு கீழ்ப்பரப்பில் இருக்கும் மூலக்கூறுகளால் கவரப்படுகிறது. இந்தக் கவர்ச்சி விசை மேற்பரப்புக் கவர்ச்சியைவிட மிகுதி. ஏனெனில் மேற்பரப்பில் உள்ள காற்றின் மூலக்கூறைவிடக் கொள்கலனின் உட்பகுதியில் உள்ள நீர்மத்தின் மூலக்கூறுகளே மிகுதி. அவற்றால் ஏற்படும் கவர்ச்சி விசையும் கூடுதலாகும். இந்தச் சமமில்லாத கவர்ச்சி விசையினால் மேற்பரப்பில் உள்ள மூலக்கூறுகள் நீர்மத்தின் உட்பரப்பு நோக்கி இழுக்கப்படுகின்றன. நீர்ம மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயுள்ள கவர்ந்திழுக்கும் தன்மை நீர்மத்தின் ஆற்றலைக் குறைக்கிறது. ஆதலால் கொள்கலத்தின் உட்புறத்தில் உள்ள நீர்ம மூலக்கூறுகளின் ஆற்றலின் அளவு மேற்பரப்பைவிடக் குறைவாக உள்ளது. மேற்பரப்பிலுள்ள மூலக்கூறுகள் உயர் ஆற்றல் பெற்றிருப்பதால் அவை எளிதாகக் கொள்கலத்தின் உள்பகுதியை அடைகின்றன. அதாவது மேற்பரப்பில் உள்ள மூலக்கூறுகள் அதிக ஆற்றல் பெற்ற நிலையிலிருந்து குறைந்த ஆற்றல் நிலைக்குச் செல்கின்றன. இம்மாற்றத்தால் மேற்பரப்பிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் அளவு உட்பரப்பில் உள்ளவற்றைவிடக் குறைகிறது. இந்நிலையில், முன்பு உள்ளது போன்ற நெருக்கமான அமைப்புக்காக மேற்பரப்பில் உள்ள மூலக்கூறுகள் ஒன்றை நோக்கி ஒன்று நகர்கின்றன. பரப்புவிசை என்னும் நீர்மங்களின் இத்தகைய பண்பு மேற்பரப்பைச் சுருக்குகிறது. நீர்மத்தின் ஒரு துளி உருண்டை வடிவமாக இருப்பதற்கு இதுவே காரணமாகும்.

பாகு தன்மை. வெளிவிசை செயல்படும்போது நீர்மம் நகரும் தன்மை பெறுகிறது. இந்தத் தன்மை வெளிவிசையை நிறுத்தும் வரை தொடர்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, முகவையிலுள்ள நீரைக் கண்ணாடிக் கழி கொண்டு கலக்கிச் சுழற்றினால் நீரின் சுழற்சி சிறிது நேரம் இருக்கிறது. ஆனால் எந்த விசை நீரின் சுழற்சியைச் சிறிது நேரத்தில் நிறுத்துகிறது என்று கவனித்தால் அதற்குக் காரணம் தெளிவாகும். வெளிவிசை செயல்படும்போது நீர்மத்தினுள்ளும் வெளிவிசையை எதிர்க்க உள்விசை உருவாகிறது. வெளிவிசை மூலமாக நீர்மத்தில் ஏதேனும் மாற்றம் நிகழ்ந்தால் எதிர்ப்பு விசை நீர்மத்தினுள்ளே உருவாகிறது. இந்த நீர்மத்திற்கே உரித்தான பண்பே பாகு தன்மை **(viscosity)** எனப்படும்.

நீர்மங்களில் பொதுவாக உள்ள பாகு தன்மை ஒன்றுக்கொன்று மாறுபடுகிறது. சான்றாகத் தேன், தார், விளக்கெண்ணெய் முதலியவற்றில் பாகு தன்மை குறைவாக உள்ளது. நீர், ஆல்கஹால், ஈதர் போன்ற நீர்மங்களில் நகரும் தன்மை மிகுதியாக உள்ளது. இம்மாறுபாட்டிற்குக் காரணம் அவற்றிலுள்ள நீர்ம மட்டங்களுக்கிடையேயான உராய்வுத் தன்மையே ஆகும்.

பொதுவாக நீர்மங்கள் அனைத்தும் வெப்பத்தால் விரிவடையும் தன்மையும் குளிர்ச்சியினால் சுருங்கும் தன்மையும் பெற்றிருக்கின்றன. இதற்கு விதிவிலக்காக நீர் மட்டும் ஒரு சிறப்புப் பண்பைப் பெற்றிருக்கிறது. அதாவது நீரைக் குளிரச் செய்யும்போது 4°C இல் அது விரிவடைகிறது. இத்தன்மை இருப்பதால்தான் குளிர் பகுதியிலுள்ள கடல் மற்றும் குளத்திலுள்ள நீர் முற்றிலும் பனிக்கட்டியாகாமல் மேற்பரப்பு மட்டும் பனிக்கட்டியாகிக் கீழே உள்ள நீர் 4°C வெப்பத்திலேயே அமைய, நீர் நிலையிலுள்ள உயிரினங்கள் அனைத்தும் உயிர் வாழ முடிகிறது.

நீர்மங்களிலுள்ள மூலக்கூறுகள் திண்ம மற்றும் வளிமப் பொருள்களிலுள்ள மூலக்கூறுகளுடன் எளிதில் வேதிச் சேர்க்கை பெறும் தன்மை பெற்றுள்ளமையால் வேதிப் பொருள்களை உருவாக்க முடிகிறது.

- பி. சுசீலா

நீர் மற்றும் மின் அயனிக் கட்டுப்பாடு

மனித உடலில் ஏறத்தாழ 50லி. நீர் உடலின் பல்வேறு பகுதிகளில் விரவியுள்ளது. சிவப்பு அணுக்களில் 2லி, செல்லுக்கு வெளியே பிளாஸ்மாவில் 3லி, செல்களிடையே 12லி, மற்றச் செல்களில் 30 - 35லி என நீர் உள்ளது. மொத்த குருதி அளவில் 20% இதயம் மற்றும் புன்கலன்களிலும், 75% சிரைகளிலும், எஞ்சிய 5% தந்துகிகளிலும் சாதாரணமாகக் காணப்படும். இவ்வாறு நீரை அவ்வப் பகுதியில் வைப்பதற்கு நீரில் காணப்படும் புரதமும், அயனிகளின் அழுத்த வேறுபாடும் காரணமாகின்றன. சிறுநீரகங்கள் நாளும் 170 லி. நீரைக் குருதியிலிருந்து வடிகட்டினாலும், சிறுநீராக வெளியேற்றப்படுவது 0.5-2.5லி வரையே. எஞ்சியது முன் வளைவு குழாய்களிலேயே மீண்டும் உள்ளுறிஞ்சப்படுகிறது. இதனால் சோடியம், பொட்டசியம் அளவு சீராக வைக்கப்படுகிறது. இதற்குப் பின் பிட்யூட்டரியிலிருந்தும், அட்ரீனல் சுரப்பிகளிலிருந்தும் சுரக்கும் ஆல்டோஸ்டிரோன் போன்ற சிறுநீர் குறைக்கும் சுரப்பு உதவுகிறது.

அறுவை மருத்துவம் உடலைப் பாதிப்பதால் மாற்றங்கள் உருவாகி அட்ரினலின் மற்றும் நார் அட்ரினலின் சுரப்பதால், புறப்புன்கலன் சுருக்கம், நாடித்துடிப்பு மிகுதல், குருதியில் குளுக்கோஸ் அளவு கூடுதல், குருதி அழுத்தம் மிகுதல் முதலியவை உண்டாகும். உடலில் ஏற்படும் திசு நலிவு மாற்றம் அட்ரினல் சுரப்பாகிய கார்டிக்காய்டு சுரப்பினால் நைட்ரஜன், பொட்டாசியம் அளவில் மாறுதல் ஏற்படுகிறது. சாதாரண நிலையில் சிறுநீரில் 5-10கி. நாள்தோறும் நைட்ரஜன் வெளியேறுவது அறுவை மருத்துவ நோயாளிகளில் 25கி ஆகக் கூடுவது செல்களின் அழிவினாலேயே உண்டாகிறது. பொட்டாசியமும் இவ்வாறே சிறுநீரில் 100-300 கி. அளவு கூடும். அளவுக்கு மேல் குருதியில் பொட்டாசியம் குறைந்தாலும், கூடினாலும் தீமை விளையும்.

குருதிப்போக்கால் ஏற்படும் நீர்க்குறைவைச் சீராக்க உடலில் நீர் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. இதற்குப் பிட்யூட்டரி மற்றும் அட்ரினல் சுரப்பிகள் உதவுகின்றன. இதனால் சிறுநீரின் அளவு 24 மணி நேரத்தில் 500 மி. லிட்டருக்குக் குறைவாகிறது. ஆல்டோஸ்டிரோன் சோடியம் பைகார்பனேட் வெளியேற்றத்தைச் சிறுநீரகத்தில் முன்வடி குழாய், உறிஞ்சி எடுப்பதால் குறைகிறது. இதனால் குருதியின் காரத்தன்மை கூடுகிறது. குருதி செலுத்துவதால் அதில் உள்ள சிட்ரேட், இரைப்பையில் உள்ள அமிலத்தைக் குழாய் மூலம் உறிஞ்சி எடுக்க, குருதியின் காரத்தன்மை மிகுந்து ஆக்சிஜனை ஹீமோகுளோபின் எடுத்துச்செல்வது (hypoxia) குறைகிறது. இதனால் திசுக்களில் ஆக்சிஜன் குறைநிலை அடைகிறது. இது மறைமுகமாகச் செல்களிடையே நீர்ப் பரிமாற்றத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

- மா.ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

நீர்மமாக்கப்பட்ட நில வளிமம்

சேமித்து வைப்பதற்கும், எடுத்துச் செல்வதற்கும் எளிதாக நிலவளிமம் நீர்மமாக்கப்படுகிறது. பயன்படுத்தும் கட்டத்தில் மீண்டும் வளிமமாக்கப்படுகிறது. நீர்ம வளிமத்தைக் கையாளுகையில் நிகழ்ந்த சில கொடும் விபத்துகளின் விளைவாக இத்துறையில் முன்னேற்றம் காணப்படாமல் இருந்து வந்தது. 1944இல் ஒஹையோ மாநிலத்தில் கிரீன்லாந்தில் நிகழ்ந்த விபத்தில் 135 பேர் இறந்தனர். எனினும் 1970இல் நீர்ம நிலவளிமத்தைப் பற்றிய கருத்து மீண்டும் முதன்மைபெற்றது. ஆற்றல் தேவை மிகுதியாகவுள்ள ஜப்பான் போன்ற நாடுகள் நீர் நிலவளிமத்தைக் கப்பலில் அனுப்புவதை வழக்கப்படுத்திக் கொண்டுள்ளன.

பெட்ரோலியமும் நிலவளிமமும் மலிவாகக் கிடைக்கப்பெற்ற நாடுகளில் எண்ணெயுடன் கிணற்றிலிருந்து மேலெழுந்து வரும் வளிமம் உடனேயே வெட்ட வெளியில் எரித்து வீணாகிறது. தற்போது இவ்வளிமம் மீண்டும் புவிக்குள் செலுத்தப்பட்டுச் சேமிக்கப்படுகிறது அல்லது நீர்மமாக்கப்படுகிறது. நிலவளிமத்தை ஏற்றுமதி செய்த நாடுகளிடையேயும் தீவிர மீளாய்வு தோன்றித் தற்போது நீர்ம நில வளிமத்தைத் தாமே பயன்படுத்த முற்படும் எண்ணம் உறுதியாகவுள்ளது. ஆற்றல் குறைபாட்டைத் தீர்ப்பதற்கான பிற வழிமுறைகளான நிலக்கரி வளிமமாக்கல், வீணாவதைத் தடுத்தல் போன்றவற்றுடன் நில வளிமத்தை நீர்மமாக்கும் முறையும் போட்டியிடுகிறது. நீர்ம நில வளிமத் தயாரிப்புக்கு மூன்று உத்திகள் உள்ளன; தொடர் (cascade) முறையில் மூன்று குளிர்விப்பான்கள்-மெத்தேன், எத்திலீன், புரோப்பேன் - மறு சுழற்சிக்குட்படுத்தவல்ல வகையில் ஈடுபடுத்தப்படுகின்றன (படம் 1). இயற்கை வளிமத்தில் மெத்தேனும், புரோப்பேனும் இடம்பெற்றுள்ளன. எத்திலீன் தனியாகப் புகுத்தப்பட வேண்டும். ஒவ்வொரு குளிர்விப்பானுக்கும் தனித்தனி அழுத்தக் கருவிகள் நிறுவப்படுகின்றன. வெப்ப ஆற்றல் திறப்பாட்டில் பிற வழிமுறைகளைவிட இம்முறையே சிறந்ததாகும்.

இம்முறையின் ஒரு முன்னேற்ற உத்தியாக 1960ஆம் ஆண்டுவாக்கில் பதனிடு கலவைப் பொருள் பயன்படுத்தப்படலாயிற்று. இம்முறையைப் பயன்படுத்தும் ஓர் அமைப்பில் ஒரு நைட்ரஜன் ஹைட்ரோகார்பன் கலவை உறைநிலைக் கலவையாக அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. பிறிதோர் அமைப்பில் புரோப்பேனும் ஓர் உறைநிலைக் கலவையும் அடங்கிய பொருள் பயன்படுத்தப்பட்டது. இவ்வழிமுறையில் குளிர்விக்கப்படும் வளிமம் கிடைமட்டத்தில் இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. அவை புரோப்பேனால் உறிஞ்சப்படும் மேல்பகுதி, உறைநிலைக் கலவையால் உறிஞ்சப்படும் கீழ்ப்பகுதி என்பன. புரோப்பேன் கலப்பினால் கலவை உறைபொருளின் கொதிநிலை வரம்பு பெரிதும் குறைக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக வெப்பவியக்கவியல் திறப்பாடு கூடுதலாகிறது.

நீர்மமாக்கப்பட்ட நிலவளிமம் கப்பல்களின் இயக்கத்தின் மையக் காரணி. இது நீர்மத்தை $-162^{o}C$இல் நிலைத்திருக்கச் செய்யும் வெப்பக் காப்பீட்டு அமைப்பாகும். வெப்பக் கசிவினால் ஆவியாகி வெளியாகும் சிறு அளவிலான நீர்ம நில வளிமம் கப்பலை இயக்கும் எரிபொருளாகப் பயனாகிறது. சில கப்பல்களில் எரிபொருள் தேவையில் 90% வரை இவ்வாறு நிரப்பலாம்.

கப்பல்களில் நீர்ம நில வளிமத்தை இட்டுச் செல்வதில் சில சிக்கல்கள் உள்ளன. சுடரின்றி ஆவி வெடித்தல் (flameless vapour explosion) எனும் விபத்து நிகழக்கூடும். நீர்மத்தில் கொதிநிலைக்கு 4-6% உயர் வெப்பநிலையிலும் ஆவியாகாமலும் இருக்கும்போதுதான் இவ்விபத்து நிகழக்கூடும் எனத் தெரிகிறது.

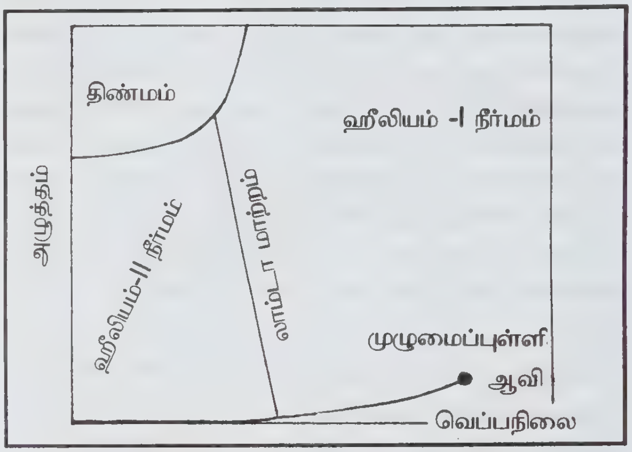
- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நீர்ம ஹீலியம்

ஹீலியம், ஏனைய பொருள்களை விடக் குறைவான வெப்பநிலையில் அதாவது -269°C (4.2K) இல் நீர்மமாகிறது. 2.2K வெப்பநிலைக்குக் கீழே ஹீலியம் மிகுபாய்வு (super fluidity) என்னும் குறிப்பிடத்தகுந்த பண்பை அடைகிறது. அந்நிலையில் அது உராய்வே இல்லாமல் பாய்கிறது. தனிச்சுழி வெப்பநிலையிலும் ஹீலியம் நீர்மமாகவே இருக்கிறது. ஹீலியத்தின் இரண்டு அணுக்களுக்கிடையில் உள்ள விசை மிகவும் வலிமை குன்றியிருப்பதும், அணு நிறை மிகச் சிறியதாயிருப்பதுமே இந்தப் பண்புகளுக்குக் காரணம். குவாண்டம் எந்திரவியல் விதிகளின்படி இந்தக் காரணிகள் அணுக்களைத் தலப்படுத்துவதைக் கடினமாக்குகின்றன.

1908இல் காமர்லிங் ஒவஸ் முதன் முதலாக ஹீலியத்தை நீர்மமாக்கினார். தீவிரமான வெப்ப இயக்கவியல் ஆய்வுகள் செய்யப்பட்ட போதிலும் 1938இல் தான் நீர்ம ஹீலியத்தின் மிகு பாய்மப் பண்புகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. ஹீலியத்தில் 4 அணு எடை கொண்ட ஐசோடோப் பொதுவாகக் காணப்படும். 3 அணு எடை கொண்ட ஐசோடோப்பும் அரிதாகக் காணப்படுகிறது. இதன் பண்புகள் முற்றிலும் வேறுபட்டவை. 1972இல் ஏறத்தாழ 0.002K வெப்பநிலையில் ஹீலியம்-3 நீர்மத்தில் ஒரு மிகு பாய்ம நிலை மாற்றம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

14Kவிற்கும் கீழ்ப்பட்ட வெப்பநிலைகளை உண்டாக்குவதற்கு நீர்ம ஹீலியத்தின் உதவி இன்றியமையாதது. அந்த வெப்பநிலையில் ஹைட்ரஜன் திண்மமாகிவிடுகிறது. ஒரு ஹீலிய நீர்மம் நிரம்பிய தொட்டியில் ஆவியை வெளியேற்றி அழுத்தத்தைக் குறைப்பதன் மூலம், அதன் வெப்பநிலையை ஒரு கெல்வினுக்கும் கீழாகக் குறைக்கலாம். காலின்ஸ் என்பவர் உருவாக்கிய நீர்மமாக்கி 1946இல் விற்பனைக்குக் கிடைக்கத் தொடங்கிய பிறகு இத்தகைய தாழ் வெப்பநிலைகளை உண்டாக்கக் கூடிய வசதி பெற்ற ஆய்வகங்களின் எண்ணிக்கை பெருகத் தொடங்கியது. 1962-இல் நீர்ம ஹீலியமும் பரவலாக விலைக்குக் கிடைக்கத் தொடங்கிவிட்டது. அதற்கேற்றபடி ஹீலியத்தின் பண்புகளைப் பற்றிய ஆய்வுகளும், தாழ் வெப்பநிலைகளைப் பற்றிய ஆய்வுகளும் விரிவடைந்தன. மீ கடத்துந் திறனைப் (super conductivity) பற்றிய ஆய்வு இவற்றில் குறிப்பிடத்தக்கது.

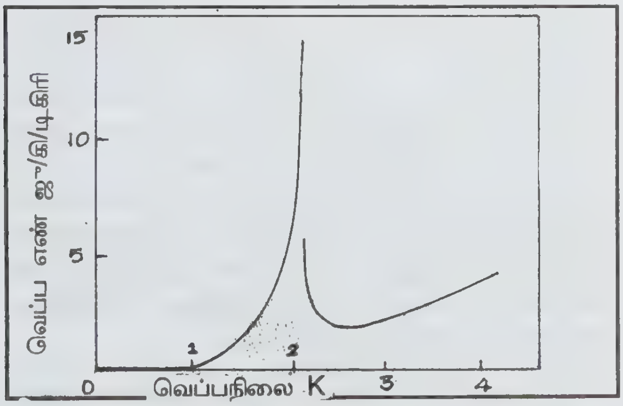


படம் 1 ஹீலியம் 4க்கான கட்ட வரைபடம்

4.2K வெப்பநிலையில் நீர்ம ஹீலியம் நிறமற்றதாகவும், 1.024 என்னும் குறைந்த ஒளிவிலகல் எண்ணும், 0.125 கி/க.செ.மீ. என்னும் அடர்த்தியும் கொண்டதாயிருக்கிறது. அதன் ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பம் 20.95 ஜூல்/கிராம். இது மிகவும் குறைவாக இருப்பதால் ஹீலிய நீர்மத்தைத் தேக்கி வைத்திருக்கிற தொட்டிகளுக்குள்ளும் ஆய்வுக் கருவிகளுக்குள்ளும் கடத்தல், கதிர் வீசல் முறைகளில் வெப்பம் புகுந்துவிடாமல் கவனமாகப் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். வெற்றிடமாக்கப்பட்ட இடைவெளியுள்ள இரண்டு சுவர்களைக் கொண்ட டீவார் குடுவைகள் ஹீலியத்தைச் சேமித்து வைக்க ஏற்றவை. அவை ரசம் பூசப்பட்ட கண்ணாடி அல்லது உலோகத்தாலானவையாக இருக்கும். நீர்ம ஹீலியம் நிரம்பிய குடுவையை நீர்ம ஹைட்ரஜனில் மூழ்கியிருக்கும்படி வைக்க வேண்டும். சில குடுவைகளில் நீர்ம ஹீலியத்திலிருந்து வெளிப்படும் ஆவியே டீவார் குடுவையின் சுவர்களுக்கு இடையில் உள்ள கதிர் வீச்சுக் கவசங்களைக் குளிர வைக்குமாறு செய்யப்படுகிறது. ஹீலியம் -4 இன் கட்ட வரைபடத்தில் பல சிறப்பியல்புகள் காணப்படுகின்றன (படம் 1). 25.3 பார்களுக்கு (ஒரு பார்=0.987 வளி அழுத்தம்=10^{-5} நியூட்டன்/மீட்டர்^{2}) மேற்பட்ட அழுத்தம் செலுத்தப்பட்டாலேயன்றித் தனிச் சுழி வெப்பநிலை வரையில் ஹீலியம் நீர்மமாகவே இருக்கிறது. அந்த நிலையில் ஒரு சிறப்பியல்

படிகத்திலுள்ளதைப் போன்ற ஒழுங்கு அளவு நீர்மத்திலும் காணப்பட வேண்டும் என்னும் வெப்ப இயக்கவியல் நிபந்தனைகளையும் மீறி ஹீலியம் நீர்ம நிலையிலிருக்கிறது.

லாம்டாக் கோட்டில் இரண்டு வெவ்வேறு நீர்மக் கட்டங்களுக்கு இடையில் ஏற்படும் நிலை மாற்றம் பிறிதொரு நுட்பமான சிறப்பாகும். இந்த நிலையில் வெப்பநிலைக்கும் வெப்ப எண்ணுக்கும் இடையில் வரையப்படும் வரைகோடு கிரேக்க எழுத்தான லாம்டாவின் (λ) வடிவில் அமைந்திருப்பதால் இந்த நிலைமாற்றம் லாம்டா நிலை மாற்றம் எனப் பெயரிடப்பட்டது. இங்கு உள்ளுறை வெப்பம் காணப்படுவதில்லை. இது ஓர் இரண்டாம் வரிசை நிலைமாற்றம். ஹீலியம்-I என்னும் உயர்வெப்பநிலை நீர்மக் கட்டம் ஒரு சாதாரணமான நீர்மநிலையே. 2.172 கெல்வினில் ஏற்படும் லாம்டா நிலை மாற்றம் மிகுபாய்மநிலை தொடங்குவதைக் குறிப்பிடுகிறது. மிகுபாய்ம நிலை, ஹீலியம் என்னும் தாழ்வெப்பநிலைக் கட்டத்தின் சிறப்பியல்பு ஆகும். அழுத்த நீக்கத்தின் மூலம் நீர்ம ஹீலியத்தைக் குளிர வைக்கும்போது 0.05 பார் ஆவி அழுத்தத்தில் லாம்டா வெப்பநிலை எட்டப்படும் வரை அது தீவிரமாகக் கொதிக்கிறது. லாம்டா நிலைமாற்றம் ஏற்பட்டதும் குமிழிகள் தோன்றுவது திடீரென நின்றுவிடும். பின்னர் நீர்மம் செயல்படுவதில்லை. இந்த நிகழ்வு 1908இல் முதன் முதலாகப் பார்க்கப்பட்டது. 29 ஆண்டுகளில் கழிந்து 1937இல் ஹீலியம் IIஇல் வெப்பங்கடத்துந்திறன் மிக அதிகமாக இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அது தூய செப்பை விட நூற்றுக்கணக்கான மடங்கு அதிகமான வெப்பங் கடத்துந் திறனைப் பெற்றுள்ளது. இதன் காரணமாகவே குமிழிகள் தோன்றுவது நின்று போகிறது.



படம் 2 நீர்ம ஹீலியத்தின் வெப்ப எண் வெப்பநிலையுடன் மாறுதல்

ஏனெனில் மேற்பரப்பில் மட்டும் ஆவியாதல் நடந்தால் போதும். ஆனால் நீர்மத்திற்குள் வெப்பம் எவ்வாறு கடத்தப்படுகிறது என்பதைக் கண்டுபிடிப்பது பெருஞ்சிக்கலாகிவிடுகிறது.

1938இல் கபிட்சா என்பார் நீர்ம ஹீலியத்தை இரண்டு கண்ணாடித் தகடுகளுக்கு இடையிலிருந்து ஒரு மிகச் சிறிய துளை வழியாகச் செலுத்தி அதன் பாய்வு வீதத்திலிருந்து அதன் பாகியல் எண்ணைக் கண்டுபிடிக்க முயன்றார். ஒரே மாதிரியான அழுத்த வேறுபாடு இருந்தபோது ஹீலியம் 1-ஐ விடப் பல்லாயிரம் மடங்கு அதிகமான வேகத்துடன் ஹீலியம் -2 துளை வழியாகப் பாய்ந்தது. அதன் பாய்வு கொந்தளிப்பானதாயும் இருந்தது. கபிட்சா, தம் அளவீடுகளிலிருந்து ஹீலியம் 2-இன் பாகியல் எண் 10^{-10} பாஸ்கல் என்னும் அளவுக்கு மேல் இருக்க முடியாது என்னு முடிவுக்கு வந்தார். காற்றின் பாகியல் எண் $2X10^{-5}$ பாஸ்கல்-நொடி ஆகும். எனவே தாழ் வெப்ப நிலைகளில் சில உலோகங்களுக்கு மீக்கடத்துந்திறன் என்னும் பண்பு தோன்றுவதைப் போல ஹீலியம் 2-க்கு மிகு பாய்வு என்னும் பண்பு தோன்றுவதாக அவர் கருத்து வெளியிட்டார். ரெப்பி, ரூட்விக் ஆகியோரின் ஆய்வுக் குழுக்கள் செய்த ஆய்வுகளில் வளைய வடிவக் கொள்கலன்களில் நுண் துகள்கள் அல்லது நுண் துளைப் பொருள்களை அடைத்து அவற்றின் வழியாக ஹீலியம் 2 சுற்றி வரச் செய்யப்பட்டது. அதன் தொடக்க வேகம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல் போகாத வரை நீர்ம ஹீலியம் பல மணி நேரங்களுக்குக் கொள்கலத்தில் சுற்றிச் சுற்றி வந்தது. அதன் இயக்க ஆற்றல் குறையவே இல்லை. இந்த ஆய்வுகளும் குறைந்த வேகங்களில் பாய்கிற ஹீலியம் 2இன் நீர்மத்தின் பாகியல் எண் 10^{-10} பாஸ்கல்-நொடி என்னும் அளவுக்கு மேல் போகாது என்றே காட்டின. கபிட்சாவின் பாய்வு அளவுகள் ஒரு முரண்பாடான நிலைமையை உண்டாக்கின. ஏனெனில் 1935இல் நீர்ம ஹீலியத்தில் ஓர் உருளையைச் சுழல விட்டதன் மூலம் கணக்கிடப்பட்ட பாகியல் எண் மதிப்புகள் ஹீலியம் 2இன் பாகியல் எண், ஹீலியம் 1ஐவிட மூன்றில் ஒரு பங்கு அளவே சிறியது என்று காட்டின.

நுண்துளையுள்ள குழாய்களின் மூலம் இணைக்கப்பட்ட இரண்டு கொள்கலன்களில் ஓரளவு நீர்ம ஹீலியம் 2ஐ நிரப்பி, ஒரு கொள்கலத்தைச் சூடாக்கினால் அது சூடான கொள்கலத்திற்குள் பாய்ந்து, புவிஈர்ப்பு விசையை எதிர்த்து நீர்ம மட்டம் உயருமாறு செய்கிறது. சூடாக்கப்படுகிற கொள்கலத்தின் மேல்பகுதி ஒரு கரிய மூக்குக் குழாயாக அமைக்கப்பட்டால், அதன் வழியாக ஹீலியம் பெரும் உயரத்துக்குப் பீச்சுகிறது.

இந்த வெப்ப எந்திரவியல் ஊற்று விளைவை 1938இல் ஆலன் என்பாரின் ஆய்வுக் குழுவினர் கண்டுபிடித்தனர். இது எந்திர வெப்பவியல் விளைவின் தலைகீழ் நிகழ்வு ஆகும். ஹீலியம் II நீர்மத்தை அழுத்தி நுண்துளைகளின் வழியாகப் பாயச் செய்தால், நுண்துளைகளைக் கடந்து வெளிவரும் நீர்மத்தின் வெப்பநிலை குறைந்துவிடுகிறது. நுண்துளைகளில் நுழையும் நீர்மத்தின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது.

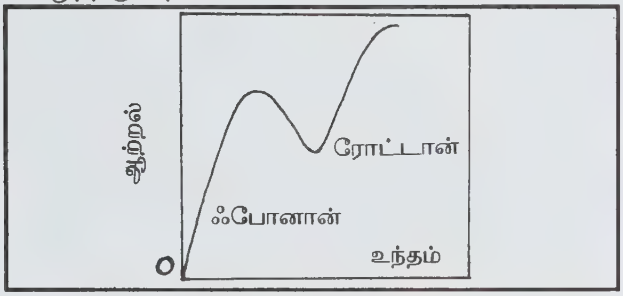
மேலே விவரிக்கப்பட்ட குறிப்பிடத்தக்கவையும் முரண்பட்டவையுமான ஆய்வு முடிவுகளை 1941ஆம் ஆண்டில் லான்டௌ, டிஸ்ஸா ஆகியோர் தனித்தனியாக உருவாக்கி வெளியிட்ட கொள்கை மாதிரியின் அடிப்படையில் புரிந்து கொள்ள முடியும். இதன்படி ஹீலியம் II இல் ஒன்றுக்குள் ஒன்று ஊடிப்பாவி அமைந்திருக்கிற இரண்டு ஆக்கக் கூறுகள் உள்ளன. அவற்றில் ஒன்றை Ps என்னும் அடர்த்தியுள்ள மிகு பாய்மம் எனவும் மற்றதை Pn என்னும் அடர்த்தி கொண்ட இயல்பு நீர்மம் எனவும் குறிப்பிடலாம். இந்த அடர்த்திகள் வெப்பநிலையைச் சார்ந்திருப்பவை. தனிச் சுழி வெப்பநிலையில் மொத்த அடர்த்திக்குச் சமமாக மிகுபாய்மத்தின் அடர்த்தியிருக்கும். அதன் பிறகு லாம்டா வெப்பநிலையில் அது சுழியாகக் குறைந்துவிடுகிறது. Pn + Ps என்னும் கூட்டுத் தொகை நீர்ம ஹீலியத்தின் மொத்த அடர்த்தி P-வுக்குச் சமம். இந்த ஆக்கக்கூறுகள் தன்னிச்சையாக v_s, v_n என்னும் திசை வேகங்களுடன் இயங்க முடியும். மிகு பாய்மம் உராய்வில்லாமல் ஓடும். அதற்கு இயல்பாற்றலோ, வெப்ப ஆற்றலோ கிடையாது. இயல்பு நீர்மம், பாகியல் தன்மையுடன் ஓடும். நீர்மத்தின் மொத்த வெப்ப ஆற்றலும் இதிலேயே அடங்கியிருக்கும். மிகக் குறுகிய கால்வாய்களின் வழியே பாயும்போது இயல்பு நீர்மத்தின் பாகியல் பண்பு அதை ஓடவிடாமல் தடுக்கிறது. மிகுபாய்மம் மட்டுமே பாய்கிறது. எனவே நீர்மப்பாய்வில் உராய்வு இராது. ஆனால் ஒரு சுழலும் உருளை ஆய்வில் உருளையின் பரப்பு இயல்பு நீர்மத்தைக் கடந்து செல்கிறது. எனவே இயல்பு நீர்மம் அதன் மேல் ஓர் இழுப்பு (drag) விசையைச் செலுத்தும். இந்த வெப்ப எந்திரவியல் விளைவு, வெப்ப இயக்கவியலின் பின் விளைவு ஆகும். தூய மிகுபாய்ம ஓட்டத்தைப் போன்று, வெப்ப ஆற்றலின் தேவையின்றி நிறையை இடம் பெயரச் செய்யும் ஒரு செயல்முறை, வேதியழுத்த வேறுபாட்டினால் இயக்கப்பட வேண்டும். அழுத்த வேறுபாடு, வெப்பநிலை வேறுபாட்டின் எதிரின மதிப்புக்கு நேர் விகிதத்திலுள்ள ஓர் அளவு ஆகியவற்றின் கூட்டுத் தொகைக்கு நேர் விகிதத்தில் வேதியழுத்த வேறுபாடு அமையும். எந்திரவியல் வெப்ப விளைவும், தூய மிகு பாய்ம ஓட்டம் வெப்ப ஆற்றலை எடுத்துச் செல்லாமையால் தோன்றுவதேயாகும். பாய்வு திசையிலுள்ள இயல்பு நீர்மத்துடன் மிகு பாய்மம் கலந்து அதன் வெப்பநிலையைக் குறைத்துவிடுகிறது. பாய்வுக்கு எதிரான திசையில் தேங்கியுள்ள பகுதியில் இயல்பு நீர்மத்தின் செறிவு மிகுந்து அதன் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது.

ஹீலியம் II க்கு வெப்பத்தை அளந்தால் சிறிதளவு மிகுபாய்மம் இயல்பு நீர்மமாக மாறிவிடுகிறது. இதன் காரணமாக மிகுபாய்மம் வெப்ப மூலத்தை நோக்கியும் இயல்பு பாய்மம் அதைவிட்டு விலகியும் ஓடத் தொடங்குகின்றன. மிகுபாய்மத்தின் ஓட்டம் வெப்ப எந்திரவியல் விளைவால் ஏற்படுவது. இயல்பு நீர்மத்தின் பாகியல் மட்டுமே அதைக் கட்டுப்படுத்த முடியும். சாதாரணமாக விரவல், வெப்பச் சலனம் போன்ற நிகழ்வுகளை விடப் பெரும் திறமையுள்ள வெப்பப்பரவல் செயல்முறையாகும். ஹீலியம் II இன் தனித்தன்மையான வெப்பங்கடத்துந் திறனை இது விளக்குகிறது.

தனிச் சுழி வெப்பநிலையிலுள்ள நீர்ம ஹீலியத்தில் இருக்கிற அனைத்து ஹீலிய அணுக்களும் ஒரே ஒரு குவாண்டம் நிலையில் உள்ளன என்பதே ஹீலியத்தைப் பற்றிய இரட்டைப் பாய்ம மாதிரிக்கு அடிப்படையான கருத்தாகும். அந்தக் குவாண்டம் நிலை ஓர் அணுவிலுள்ள எலெக்ட்ரான் சுற்றுப்பாதையைப் போன்றதே. ஆனால் அது ஹீலிய நீர்மம் முழுவதிலும் பரவி அமைந்திருக்கும். எலெக்ட்ரான்கள், ஹீலியம்-3 அணுக்கள் ஆகியவற்றின் தற்சுழற்சி ½ : குவாண்டம் எந்திரவியலின் தவிர்க்கை விதியின்படி ஒவ்வொரு குவாண்டம் நிலையிலும் ஒரு துகளே இருக்க முடியும். ஆனால் ஹீலியம்-4 அணுக்களின் தற்சுழற்சி சுழியாகையால் இந்த வரம்பு அவற்றுக்குப் பொருந்தாது. இந்தப் பேரளவு குவாண்டம் நிலையிலுள்ள அணுக்களின் இயக்கங்கள் ஒன்றுக்கொன்று நெருக்கமான தொடர்பு கொண்டவை. எனவே வெப்ப இயக்கவியல் ஏதோ ஓர் அடையாளம் லாம்டா நிலைமாற்றம் வரையில் குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலைகளில் எஞ்சியிருக்கிறது. அதுவே ஹீலியத்தின் மிகுபாய்ம ஆக்கக்கூறாக அமைகிறது. கொள்கலத்தின் உருக்குலைவுக்கு, ஒரு நேர் மாறாக்கத் தக்க, உராய்வற்ற முறையில் மிகுபாய்மம் மறு விளைவு காட்டுகிறது. இதனால் மிகுபாய்வு உண்டாகிறது.

ஒரு படிகத்தில் வெப்ப அலைவுகள் ஒழுங்கான படிக அணிக்கோவையில் உருக்குலைவுகளை ஏற்படுத்துவதைப்

போலவே, சுழியற்ற வேறு வெப்பநிலைகளில் ஹீலியத்தின் மிகு பாய்ம நிலையின் மேல் வெப்ப அலைவுகள் மேற்பொருத்தப்படுகின்றன. இந்த அலைவுகிளர்வுகள் மிகுபாய்மத்தின் வழியாகத் தடையின்றிப் பயணம் செய்பவை. அவை மற்றக் கிளர்வு அலைகளுடனோ, கொள்கலத்தின் சுவற்றுடனோ மோதிச் சிதறுண்டு போகிற வரை பயணம் செய்யும். இவ்வாறு இந்தக் கிளர்வு அலைகள் மிகுபாய்மத்தின் மேற்பொருத்தப்பட்ட ஒரு வளிமத்தைப் போலச் செயல்படுகின்றன. இயல்பு நீர்மமாக அமைகிற இந்தக் கிளர்வு வளிமம் v_n என்னும் சராசரி இயக்கத் திசைவேகத்தைப் பெற்றிருக்கும். அது மிகுபாய்மத்தின் வேகத்தை முற்றிலுமாகப் பொறுத்திருப்பதில்லை.



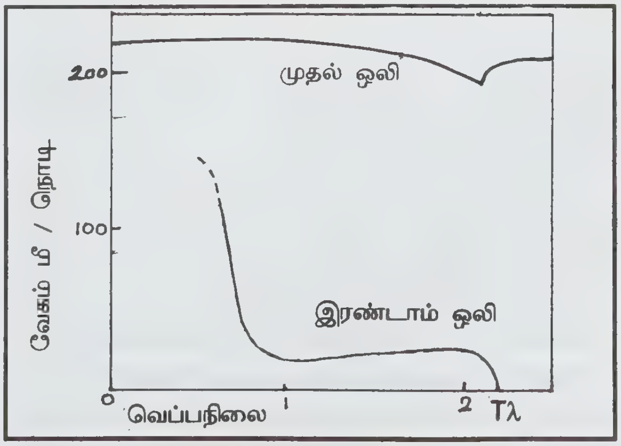
படம் 3. நீர்ம ஹீலியம் II இல் ஆற்றல் உந்த வரைபடம்

குவாண்டம் எந்திரவியலின்படி இந்தக் கிளர்வு அலைகள் தனித்தனியான அதிகரிப்புகளாக உண்டாக்கப்படுகின்றன. அவற்றின் ஆற்றல் அலைவு அதிர்வெண்ணுக்கு நேர் விகிதத்திலும், அவற்றின் உந்தம், அலை நீளத்திற்குத் தலைகீழ் விகிதத்திலும் இருக்கின்றன. ஹீலியம் II இல் உள்ள கிளர்வுகளுக்கான ஆற்றல் உந்தத் தொடர்பு 3ஆம் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி அமைந்திருக்கிறது. இப்படம் நியூட்ரான் சிதறல் அளவுகளின் அடிப்படையில் வரையப்பட்டது. சிறிய உந்தமும் ஆற்றலும் உள்ள பெரும் அலை நீளங்களுக்கு இந்தக் கிளர்வுகள் வெறும் ஒலி அலைகளே. அவை ஃபோனான்கள் (phonons) எனப்படுகின்றன. ஆற்றலுக்கும் உந்தத்திற்கும் இடையிலான தகவு ஒலியின் திசைவேகமாகும். அலைநீளம் அணுக்களுக்கிடையிலான சராசரித் தொலைவிற்கு ஏறத்தாழச் சமமாகும்போது, வரைகோடு உருக்குலைவு அடைகிறது. வரைகோட்டின் இறக்கத்தின் அடிமுனைக்கருகில் அமைந்த கிளர்வுகள் ரோட்டான்கள் (rotons) எனப்படுகின்றன.

இந்தக் கிளர்வு ஆற்றல்-உந்தத் தொடர்பு புள்ளியியல் எந்திரவியல் விதிகளின்படி நீர்ம ஹீலியம் II-இன் வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகளை வரையறுக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக ஏறத்தாழ 0.7K இற்கு மேற்பட்ட வெப்பநிலையில் ரோட்டான்கள் கிளர்வடையத் தொடங்கும்போது, வெப்ப எண் வெப்பநிலையின் சார்பெண்ணாக விரைந்து உயர்கிறது. இயல்பு நீர்மத்தின் அடர்த்தியும் வேகமாக அதிகரிக்கிறது.

இரட்டைப் பாய்ம மாதிரி முழுமை பெற்றதாக இல்லை. ஏனெனில் அது கிளர்வு ஆற்றல் உந்தத் தொடர்பைக் கற்பிதமாகவோ, ஆய்வுகளில் பெற்ற அனுபவ அடிப்படையிலோ, உருவாக்கிக் கொண்டிருக்கிறது. ஒரு பேரளவுக் கொள்கை ஹீலியம் அணுக்களின் இடைவினை விசைகள் குவாண்டம் எந்திரவியல் விதிகள் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் மட்டுமே அமைய முடியும். நீர்ம ஹீலியத்தின் சிறும ஆற்றல் நிலைப் பண்புகள் குறிப்பாக ஹீலியம் அணுக்களின் இயக்கங்களின் பெரு நெடுக்க ஓரியல்பின் தன்மை, கிளர்வு ஆற்றல், உந்தத் தொடர்பு, இந்தக் கிளர்வுகளுக்கிடையிலான எஞ்சிய இடைவினைகள், இந்த இடைவினைகளின் காரணமாக இயல்பான போக்குவரத்துப் பண்புகளில் ஏற்படும் பாதிப்புகள், லாம்டா நிலைமாற்றத்தின் அருகில் உயர் கிளர்வு அடர்த்திகளில் இடைவினைகளின் காரணமாக வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகளில் தோன்றும் விளைவுகள், கிளர்வு வரைகோடு ஆகியவற்றைப் பற்றிக் கணக்கிட வேண்டியிருக்கிறது. ஹீலியம் அணுக்களுக்கு இடையில் உள்ள வலிவான விலக்கு விசைகளின் காரணமாக இந்தப் பணி கடுமையாகியிருக்கிறது. காரிய சாத்தியமானவையும், விரிவான கணக்கீடுகளைச் செய்ய அனுமதிப்பவையுமான தோராயங்களைக் கண்டுபிடிப்பது எளிதாயில்லை.

இரட்டைப் பாய்ம மாதிரியின் அடிப்படையில் வெளியிடப்பட்டுள்ள சில ஊகங்களைக் காணலாம். பேரளவு ஹீலியம் II இல் இரண்டு வகையான நெடுக்கு



படம் 4 நீர்ம ஹீலியத்தில் ஒலிப் பரவல்

அதிர்வு அலை வகைகள் வெவ்வேறு திசைவேகங்களுடன் பரவ வேண்டும் என இரட்டைப் பாய்ம மாதிரி ஊகித்துள்ளது. இது பின்னர் மெய்ப்பிக்கப்பட்டது. இவை ஒலி அலைகள்; இவற்றில் முதலாவதான அழுத்தவகை அலையில் மிகு பாய்மமும் இயல்பு நீர்மமும் சேர்ந்தாற்போல் அதிர்வு செய்கின்றன. சுழி கெல்வின் வெப்ப நிலையில் 237 மீ/நொடி என்னும் மதிப்பிலிருந்து லாம்டா மாற்றத்தில் 217 மீ/நொடி என்னும் மதிப்புக்கு அதன் திசைவேகம் குறைகிறது. அங்கு அது தொடர்ந்து ஹீலியம் இல் உள்ள சாதாரண ஒலியின் வேகத்துடன் சேர்ந்துவிடுகிறது. இரண்டாம் ஒலி ஓர் தனிச்சிறப்பு வகையாகும். அதில் மிகுபாய்மமும் இயல்பு நீர்மமும் எதிர்த்திசைகளில் பாய்கின்றன. மொத்த அடர்த்தி மாறாமல் இருந்தாலும் வெப்பநிலை அதிர்வு தோன்றுகிறது. இந்த வெப்பநிலை அலை 1-2 கெல்வின் வெப்பநிலைகளுக்கு இடையில் ஏறத்தாழ 20 மீ/நொடி என்னும் திசைவேகத்துடன் பரவுகிறது. 2 கெல்வினுக்கு மேல் அதன் வேகம் குறைந்து லாம்டா மாற்றத்தில் சுழியாகிவிடுகிறது (படம் 4). ஒரு திண்மப் பரப்பின் மேலுள்ள ஹீலியப் படலத்தின் தடிமனில் பரவுகிற ஓர் அதிர்வு மூன்றாம் ஒலி எனப்படுகிறது. நுண் துளைகளுள்ள ஓர் ஊடகத்தில் பரவும் மிகுபாய்மத்தின் ஓர் அமுக்க அலை நான்காம் ஒலி எனப்படும். இந்த நான்கு வகை அதிர்வுகளும் ஹீலியம் II இன் பண்புகளை ஆய்வு செய்வதில் பேருதவி புரிகின்றன.

மிகுபாய்மத்தின் ஓட்டம் சுழற்சியற்றதாக இருக்க வேண்டும் என லான்டௌ ஊகித்தார். ஆனால் சுழலும் கொள்கலங்களில் ஹீலியம் II நீர்மத்தை வைத்துச் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் மிகுபாய்மம், இயல்பு நீர்மம் இரண்டுமே கொள்கலத்தின் சுழற்சி வேகத்துடனேயே சுற்றுகின்றன என்று காட்டியுள்ளன. சுழற்சியினால் நீர்மப் பரப்பில் ஏற்படும் குழிவு ஆராயப்பட்டது. நீர்மத்தின் கோணத் திசை வேகமும் அளவிடப்பட்டது. மிகு பாய்மம் பேரளவான குவாண்டம் நிலையில் இருப்பதால் சுழற்சிக்கு எதிராகத் தோன்றக்கூடிய தடைகளுக்கு ஒரு கொள்கை அடிப்படையைக் கண்டுபிடிக்க ஆன்சேஜர் பெய்ன்மான் ஆகியோர் முயன்றனர். அணுவிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களுக்கு உள்ள போரின் சுற்றுப்பாதை நிபந்தனையை ஒத்த ஒரு கட்டுப்பாடு மிகுபாய்மத்தின் ஓட்டத்திலும் காணப்படுவதாக அவர்கள் முடிவு செய்தனர். இவ்வாறு ஒரு மூடிய பாதையில் மிகுபாய்மத்தின் ஓட்டம் $h/m=10^{-3}$ செ.மீ/நொடி என்பதன் முழு எண் மடங்குகளில் குவாண்டமாக்கப்பட்டிருப்பதாகத் தெரிகிறது. இதில் h என்பது பிளாங்கின் மாறிலி; m என்பது ஒரு ஹீலிய அணுவின் நிறை; நீடிக்கும் ஓட்டங்களின் உறுதியற்ற சமநிலையை (meta stable) இந்தக் குவாண்டமாக்கல் விளக்குகிறது.

எளிய முறையில் இணைக்கப்பட்ட ஹீலியம் II பருமத்தில், சுழியிலிருந்து வேறுபட்ட முழு எண்கள் இருப்பதற்கான சாத்தியக்கூறு, குவாண்டமாக்கப்பட்ட சுழிப்புக் கோடுகளின் வடிவத்தில் ஒற்றைக் கோடுகள் இருப்பதைக் காட்டுகிறது. ஒரு மூடிய பாதைக்கான சுற்றோட்டக் குவாண்டம் என்பது பாதைக்குள் அடங்கியுள்ள சுழிப்புக் கோடுகளின் நிகர எண்ணிக்கையே ஆகும். ஓர் ஒற்றைச் சுழிப்புக் கோட்டைச் சுற்றி மிகுபாய்மம் வட்டமான பாதைகளில் ஓடுகிறது. வட்டப்பாதைகளில் ஆரம் குறையக் குறைய ஓட்ட வேகம் அதிகரிக்கிறது. ஆனால் சுழிப்புக் கோட்டில் வேகம் வரம்பிலியாக முடியாது. எனவே மையத்தில் ஒரு சிறிய ஆனால் வரையறுக்கப்பட்ட வெற்றிடம் இருக்க வேண்டும். அங்கு மிகுபாய்மம் எதுவும் இராது. இப்போது ஆய்வுகள் மூலம் கிடைத்த முடிவுகளை விளக்க முடியும். சுற்றோட்டத்தின் குவாண்டமான h/m மிகச் சிறியதாக இருப்பதால் சீரான சுழற்சியிலிருந்து, இணையான சுழிப்புக் கோடுகளினால் ஏற்படும் சுழற்சியினைப் பிரித்தறிய தனித்த உணர்வு நுட்பம் தேவைப்படும். சுழிப்புகளின் முனைகளிலுள்ள மேற்பரப்பிலுள்ள குழிவுகள் கண்டுபிடிக்க முடியாத அளவுக்குச் சிறியவையாக இருக்கின்றன.

நீர்ம ஹீலியத்திற்குள் புகுத்தப்படுகிற எலெக்ட்ரான்கள் அல்லது நேர்மின் அயனிகள் பெரிய கூட்டமைப்புகளாக அமைகின்றன. ஹீலிய அணுக்களின் மேல் விலக்கு விசையைச் செலுத்துகிற ஓர் எலெக்ட்ரான் 1.7 நானோ மீட்டர் ஆரமுள்ள ஒரு குழியை அல்லது குமிழை உண்டாக்கி அதற்குள் அடைப்பட்டுவிடுவதன் மூலம் தன் சுழிப்புள்ளி ஆற்றலைக் குறைத்துக் கொண்டு விடுகிறது. இந்த எதிர்மின் அயனிக் குமிழ் ஏறத்தாழ 480 ஹீலியம் அணுக்களை இடம் பெயரச் செய்கிறது. ஒரு ஹீலியம் நேர்மின் அயனி நடுநிலை ஹீலிய அணுக்களை ஈர்த்து ஏறத்தாழ 0.6 நானோ மீட்டர் பயனுறு ஆரமும் ஏறக்குறைய 44 ஹீலிய அணுக்களுக்குச் சமமான பயனுறு நிறையும் கொண்ட ஒரு வளர்கோளமாக உருவாகிறது.

குவாண்டமாக்கப்பட்ட சுழிப்புகள் இருக்குமானால் அவை அயனிகளைப் பெர்னவுலி விசையால் இழுத்துச் சுழிப்பு மையத்தில் சிக்க வைத்து விடுகின்றன. சுழிப்புக் கோட்டின் நீளத்தில் ஓர் அயனி விட்டத்துக்குச் சமமான குறைவு ஏற்பட்டு விடுவதன் காரணமாகப் பிணைப்பு

ஆற்றல் தோன்றுகின்றது. இந்தப் பிணைப்பு ஆற்றல் 1.7 கெல்வினுக்குக் கீழ்ப்பட்ட வெப்ப நிலைகளில் எதிர்மின் அயனிகளையும், 0.7 கெல்வினுக்குக் கீழ்ப்பட்ட வெப்பநிலைகளில் நேர்மின் அயனிகளையும் வெப்ப ஏற்ற இறக்கங்களுக்கு எதிராகப் பிடித்துவைத்துக் கொள்ளப் போதுமான வலிவுடன் இருக்கிறது. அயனிகள், சுழிப்புகள் ஆகிய இரண்டின் பண்புகளையும் ஆய்வு செய்ய இந்த இடைவினை பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. மின்னேற்றத்தை ஒரு சுழிப்பு வரிசையுடன் ஒட்ட முடிந்ததால் அதைக் கண்ணாலேயே பார்க்கிற வாய்ப்புக் கிடைத்தது. சுழிப்புகளை எலெக்ட்ரான் குமிழ்கள் சேர்த்து மின்னேற்றிய பிறகு, சுழற்சி அச்சுக்கு இணையான ஒரு மின்புலத்தைச் செலுத்தி நீர்மத்தின் பரப்பின் வழியாக எலெக்ட்ரான்களை வெளியேற்றி அவை ஓர் ஒளிரும் திரையில் போய் விழுமாறு செய்யப்பட்டன. ஒரு மின் புலத்தைச் செலுத்தும்போது அயனிகளுக்கு ஒரு நகர்வு வேகம் ஏற்படுகிறது. அதன் அளவு அவை வெப்பக் கிளர்வுகளுடன் குறிப்பாக ரோட்டான்களுடன் மோதுவதால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. ரோட்டான்கள் குறைவாக உள்ள, ஒரு கெல்வினுக்குக் கீழ்ப்பட்ட வெப்பநிலைகளில் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளின்போது ஒரு மின்புலத்தால் முடுக்கப்படுகிற ஓர் அயனி ஒரு குவாண்டமாக்கப்பட்ட சுழிப்பு வளையத்தை உண்டாக்கி அதற்குள் சிக்கிக் கொள்ள முடியும் எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அந்தச் சுழிப்பு வளையத்திற்கு அளிக்கப்படும் ஆற்றல் அதிகமானால் அதன் வேகம் குறைகிறது. இது சுழிப்பு வளையத்தின் சிறப்புப் பண்பாகும்.

திசைவேகம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குக் கீழே இருந்தால்தான் மிகுபாய்மத்தின் பாய்வு உராய்வற்றதாக இருக்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட மாறுதானத் திசைவேகத்துக்கு மேலே போய், பாதையின் ஊடாக ஓர் அழுத்த வீழ்ச்சி அல்லது ஒரு வேதியழுத்த வேறுபாடு தோன்றுகிறது. 1 மிமீ. கால்வாய்களில் மாறுநிலைத் திசைவேகத்தின் எண் மதிப்பு 1 மி.மீ./நொடி என்பதற்குக் குறைவாகவும், மிகக் குறுகிய அல்லது சிறிய கால்வாய்களில் 10மீ-0 நொடி என்பதற்கு மேலாகவும் இருக்கலாம். இதன் மதிப்பு வெப்பநிலையைப் பொறுத்ததாகவும் இருக்கக்கூடும். லாம்டா வெப்பநிலையை அணுகும்போது மாறுநிலைத் திசைவேகம் சுழியாகக் குறைகிறது.

திசைவேகம் ஒலியினுடையதைவிட மிகும்போது ஃபோனான்களை உண்டாக்குவதன் மூலமும், அதைவிடச் சற்றே குறைவான வேகங்களில் ஏறத்தாழப் பாய்வு தன் இயக்க ஆற்றலை இழக்க முடியும் என லான்டௌ கருத்து வெளியிட்டார். ஆனால் இத்தகைய மிகு திசைவேகங்கள் காணப்பட்டதேயில்லை. குவாண்டமாக்கப்பட்ட சுழிப்புகளைச் சுழிப்பு வளையங்களின் உருவில் உண்டாக்குவதன் மூலம் ஆற்றல் இழக்கப்படலாம் எனப் பெயின்மான் முதன்முதலாகக் கூறினார். ஒரு குவாண்டமாக்கப்பட்ட சுழிப்பு வளையத்தின் திசைவேகத்திற்கும் விட்டத்திற்கும் இடையிலுள்ள தொடர்பின் பின்விளைவாக, மாறுநிலைத் திசைவேகத்தின் எண் மதிப்பு, அது கால்வாய் விட்டத்தைப் பொறுத்திருப்பது ஆகியவற்றைப் பற்றிய ஒரு சரியான அளவை இக்கருத்து ஊகித்து உரைக்கிறது. அயனிகளையும், இரண்டாம் ஒலியையும் வைத்துச் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் சுழிப்புகள் உள்ளமையை உறுதிப்படுத்துகின்றன. சுழிப்புகள் கால்வாய்ச் சுவர்களுடன் ஒட்டிக் கொண்டுவிடுவதால் கால்வாய் விட்டத்தைப் பொறுத்தும், வெப்ப நிலையைச் சாராமலும் இருக்கிற மாறுநிலைத் திசைவேகங்கள் தோன்றலாம். மற்றச் சூழ்நிலைகளில், குறிப்பாக லாம்டா வெப்பநிலைக்கு அருகில் காணப்படுகிற வெப்பநிலையைச் சார்ந்த மாறுநிலைத் திசைவேகங்கள், நீர்மத்தின் வெப்ப ஏற்ற இறக்கங்களால் சுழிப்பு வளையங்கள் உண்டாவதைப் பொறுத்திருக்கின்றன. மிகுபாய்மத்தில் சுழிப்புகள் இருக்கும்போது அவை குழாயின் சுவர்களோடும் இயல்பு பாய்மத்தின் ஆக்கக் கூறுகளான ரோட்டான், ஃபோனான் ஆகியவற்றோடும் இடைவினை செய்கின்றன. இயக்கத்திற்கான வெப்ப இயக்கவியல் சமன்பாடுகளில் ஒன்றோடொன்றான உராய்வு, மிகுபாய்ம உராய்வு ஆகியவற்றுக்கான அனுபவ உறுப்புகளைச் (emprical terms) சேர்ப்பதன் மூலம் சில சமயங்களில் இத்தகைய இடைவினைகளுக்கு இடமளிக்கப்படுகிறது.

நீர்ம ஹீலியத்தின் லாம்டா கோட்டில் அதன் பல வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகள் வெப்ப நிலையைப் பொறுத்த சீரான சார்பெண்களாக இல்லை. எடுத்துக்காட்டக வெப்ப எண் லாம்டா வெப்பநிலையில் வரம்பிலியான சரிவுள்ள ஒரு பெரிய குழியாக உள்ளது (படம் 2). மிகுபாய்மத்தின் அடர்த்தியும் வரம்பிலியான சரிவுடன் சுழியை அணுகுகிறது. T_λ என்னும் லாம்டா வெப்பநிலையில் அளவிடப்பட்ட மிகுபாய்ம அடர்த்தி $P_s = A\,(T_\lambda - T)^\xi$; $(T < T_\lambda)$ இதில் ξ என்பது ஏறத்தாழ 2/3 மதிப்புள்ள மாறுநிலை அடுக்குக்குறி (exponent). A என்பது ஒரு மாறிலி.

நீர்ம ஹீலியம் அனைத்துத் திண்மப் பரப்புகளிலும் ஒட்டுகிறது. ஏனெனில் ஹீலிய அணுக்களை அவற்றை விட அதிகளவில் முனைவாக்கம் ஆகிற மூலக்கூறுகளைக்

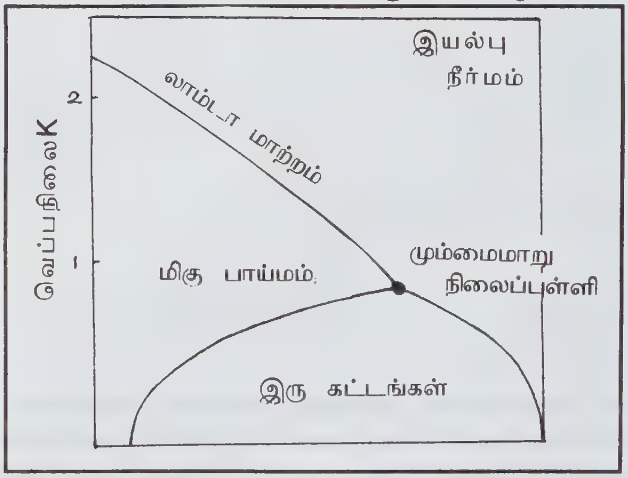
கொண்ட மற்றப் பொருள்கள் ஹீலியம் வலிவாக ஈர்க்கின்றன. இதன் விளைவாக நீர்ம ஹீலியத்தையோ, அதன் தெவிட்டிய ஆவியையோ தொட்டுக் கொண்டிருக்கிற அனைத்துத் திண்மப் பொருள்களின் மேலும் வெப்ப இயக்கச் சமநிலையில் சில பத்து நானோ மீட்டர் தடிமனுள்ள ஒரு ஹீலியப்படலம் பரவி மூடிக் கொண்டுவிடுகிறது. ஹீலியம் II இன் இத்தகைய படலம் மிகுபாய்மத் தன்மையுடன் இருக்கும். அது உராய்வின்றி ஏறத்தாழ 30 மீ/நொடி வேகத்துடன் பாயும். இதனால் சமநிலைப் படலம் விரைந்து உருவாகிவிடுகிறது. ஒரு டீவார் குடுவையில் ஹீலியம் நீர்மத்தை வைத்தால் அது குடுவையின் சுவர்களில் படர்ந்து மேலேறும். அது சற்றே அதிக வெப்பநிலையிலுள்ள பகுதியை எட்டிய பின் ஆவியாகிவிடும். வெப்ப எந்திரவியல் விளைவால் இந்தப் பாய்வு ஏற்படுகிறது. தெவிட்டிய ஆவி அழுத்தத்தைவிடக் குறைவான அழுத்தத்திலுள்ள ஹீலிய ஆவியைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கிற திண்மப் பரப்புகளில் மேன்மேலும் மெல்லிய ஹீலியப் படலங்கள் உருவாகின்றன. படலத்தின் தடிமன் குறையக் குறைய, மிகுபாய்மத் தன்மையின் தொடக்க வெப்பநிலை படிப்படியாகக் குறைந்து பேரளவு நீர்மத்தின் லாம்டா வெப்பநிலைக்கு மேலும் கீழே போய்விடுகிறது. ஒரு கெல்வின் வெப்பநிலைக்கு மிகவும் கீழே இரண்டு அணு விட்டங்களுக்குச் சமமான தடிமனுள்ள படலங்களில் கூட மிகுபாய்வு காணப்பட்டிருக்கிறது.

இந்தத் தெவிட்டாத நிலைப் படலங்களில் மிகுபாய்வுத் தன்மை தொடக்க வெப்பநிலையில் அலகுப் பரப்பிலான மிகுபாய்ம நிறை சுழியிலிருந்து திடீரென அதிகரித்துத் தொடக்க வெப்பநிலைக்கு நேர்விகிதத்திலுள்ள ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பை எட்டுகிறது. மூன்றாம் ஒலியின் திசைவேகத்திலிருந்தும் முறுக்க ஊசல் அளவீடுகளிலிருந்தும் இது ஊகித்தறியப்பபட்டிருக்கிறது. இந்த உயர்மின் அளவும் மாற்றத்தின் மற்றக் கூறுகளும் கொள்கை அடிப்படையிலான ஊகங்களுடன் ஒத்துப் போகின்றன. இந்தக் கொள்கையின்படி மிகுபாய்மத் தன்மை தொடக்க வெப்பநிலையில் படலத்துக்குச் செங்குத்தாக அமைந்த தன்னிச்சையான குவாண்டமாக்கப்பட்ட சுழிப்புகள் அடுக்கியல் தன்மையில் (exponential) விரைந்து மறைந்து போகின்றன. இதற்கு மேற்பட்ட வெப்பநிலைகளில் அவை வெப்பச் சமநிலையில் காணப்படும். சுழிப்புகள் இருக்கும்போது மிகுபாய்வு உண்டாக முடியும் என்றாலும் அதில் உராய்விருக்கும். நீடித்த ஓட்டங்கள் சிதைவு அடைவதிலிருந்தும், சற்றே உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் வெப்ப எந்திரவியல் தன்மையில் இயக்கப்படுகிற படலப் பாய்வுக்கு ஏற்படும் எதிர்ப்பிலிருந்தும் சுழிப்புகளில் செறிவைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

ஒரு முழு அணுப் படலத்தைவிடக் குறைவான தடிமனுள்ள ஹீலியப் படலம் ஒரு வழவழப்பாகச் சீவப்பட்ட கிராஃபைட் பரப்பின் மேல் உருவாகும்போது பல குறிப்பிடத்தக்க நிகழ்வுகள் தோன்றுகின்றன. இரட்டைப் பரிமாணமுள்ள திண்ம, நீர்ம, வளிமக் கட்டங்கள் காணப்படுகின்றன. வெப்ப எண் கோட்டில் லாம்டா போன்ற அமைப்பு உண்டாகிறது. கிராஃபைட்டின் அணிக்கோவையுடன் ஒத்துப் போகிற வகையில் ஹீலிய அணுக்கள் ஒரு பெரும் நெடுக்க ஒழுங்குக்கு உட்படுவதால் இது நிகழ்கிறது.

ஹீலியம்-3 என்னும் நிலையான ஐசோடோப் இயற்கையில் வளிமண்டலத்தில் உள்ள ஹீலியத்தில் பத்து லட்சத்தில் ஒரு பங்கு என்னும் அளவிலும் எண்ணெய்க் கிணறுகளில் கிடைக்கிற ஹீலியத்தில் பத்து லட்சத்தில் 0.1 பங்கு என்னும் அளவிலும் காணப்படும். வணிக முறையிலான ஹீலியம் -3, டிரைடியத்தின் பீட்டாச் சிதைவிலிருந்து உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் ஹீலியம்-3 இன் ஆவியழுத்தம் ஹீலியம்-4 முடையதைவிடப் பன்மடங்கு மிகுதி. எனவே ஹீலியம் -3 நீர்மத்தின் மேலுள்ள அழுத்தத்தைக் குறைப்பதன் மூலம் அதை ஆவியாக்கி மூன்று மடங்கு அதிகமான வெப்பநிலை வீழ்ச்சியை உண்டாக்க முடியும். இம்முறையில் 0.3 கெல்வினுக்குக் குறைவான வெப்பநிலைகள் எட்டப்பட்டிருக்கின்றன.

ஹீலியம்-4 உடன் ஹீலியம்-3 ஐக் கலந்தால் லாம்டா நிலைமாற்ற வெப்பநிலை குறைந்துபோகிறது (படம்-5). கட்ட வரைபடத்தில் 0.87 கெல்வினுக்குக் கீழே உள்ள



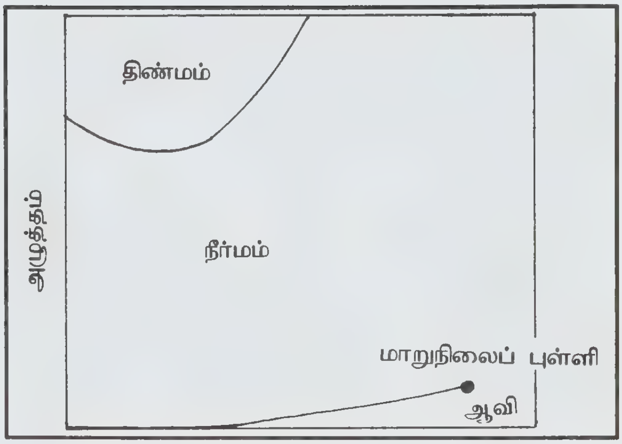
படம் 5. ஹீலியம் 3, 4 ஆகியவற்றின் கலவைக்கான கட்ட வரைபடம்

ஒரு பகுதியில் ஒருபடித்தான நீர்மம் நிலையற்றதாக ஆகி, மிகுபாய்மத்தன்மையற்ற, ஹீலியம் 3 நிறைந்த ஒரு கட்டம் பிரிந்து மிகுபாய்மத் தன்மையுள்ள ஹீலியம்-4 நிறைந்த ஒரு கட்டத்தின் மேல் மிதக்கிறது. மிகுபாய்மக் கட்டத்தில் ஹீலியம்-3 இயல்பு நீர்மத்தின் ஒரு பகுதியாகச் செயல்படுகிறது.

பொதுவாக ஓர் ஈருறுப்பு அமைப்பில் இரண்டு நீர்மக்கட்டங்கள் பிரிந்து நிற்குமானால், கட்டப் பிரிகைக் கோட்டின் மேல் முனை வளைந்திருக்கும். அதன் உச்சிப்புள்ளி ஒரு மாறுநிலைப் புள்ளி ஆகும். இதற்கு மாறாக ஹீலியம் ஐசோடோப் நிகழ்வில் கட்டப்பிரிகைக் கோட்டின் இரண்டு கிளைகளும் லாம்டாக் கோட்டைச் சாய்வாகச் சந்திக்கின்றன. இந்தச் சந்தி மும்மைமாறு நிலைப்புள்ளி எனப்படுகிறது. இது இரண்டாம் வரிசை லாம்டா நிலை மாற்றம் முதல் வரிசைக் கட்டப்பிரிகை மாற்றமாக மாறுவதைக் குறிக்கிறது.

வெப்பநிலை தனிச்சுழி வெப்பநிலையை அணுகும்போது ஹீலியம்-3 நிறைந்த கட்டம் தூய ஹீலியம்-3 மட்டுமே உள்ளதாகிவிடுகிறது. ஆனால் ஹீலியம்-4 கட்டத்தில் ஏறத்தாழ 6% செறிவு வரை ஹீலியம்-3 கரையக் கூடியதாகவே இருக்கிறது. 0.5 கெல்வினுக்கு மிகவும் கீழ்ப்பட்ட வெப்பநிலைகளில் ஹீலியம்-4 இல் மிகச் சில ஃபோனான்களும், ரோட்டான்களும் காணப்படுகின்றன. சிறும ஆற்றல் நிலையிருக்கும் இந்த தூய ஹீலியம்-4 மிகுபாய்மம் ஒரு வளிமத்தைப் போன்ற ஹீலியம்-3 அணுக் கரைபொருளுக்கு ஒரு நிலைமமான பின்னணியாகச் செயல்படுகிறது. ஆனால் அது ஹீலியம்-3 அணுக்களின் பயனுறு நிறையை அதிகரித்து அவற்றின் இடைவினைகளைப் பலவீனப்படுத்தி விடுகிறது. இது நடைமுறையில் ஒரு முக்கியமான பயனைத் தருவதாக இருக்கிறது. ஹீலியம்-3 ஐ ஹீலியம் 4-க்குள் ஆவியாக்கி விடுவதன் மூலம் ஹீலியம் -3இன் உண்மையான ஆவி அழுத்தம் மிகக் குறைவாக ஆகிற வெப்பநிலைக்கு மிகவும் கீழே கூட உள்ளுறை வெப்பம் உட்கவரப்படுமாறு செய்யலாம். இந்தத் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் செயல்படுகிற ஹீலியம்-3 நீர்ப்புக் குளிரூட்டிகள் தொடர்ச்சியான மறு சுற்றுச் செயலாக்கத்தால் 10 மில்லி-கெல்வின் வரையும் ஒருமுறை ஆவியாக்க முறையில் 4 மில்லி-கெல்வின் வரையும் குறைவான வெப்ப நிலைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

தனிச்சுழி வெப்பநிலையில் 34 பார் அழுத்தத்தைச் செலுத்தினால்தான் ஹீலியம்-3 திண்மமாகிறது. இதில் லாம்டா மாற்றம் காணப்படுவதில்லை. ஏனெனில் தவிர்க்கைத் தத்துவம் அரைத் தற்சுழற்சியுள்ள ஹீலியம்- 3

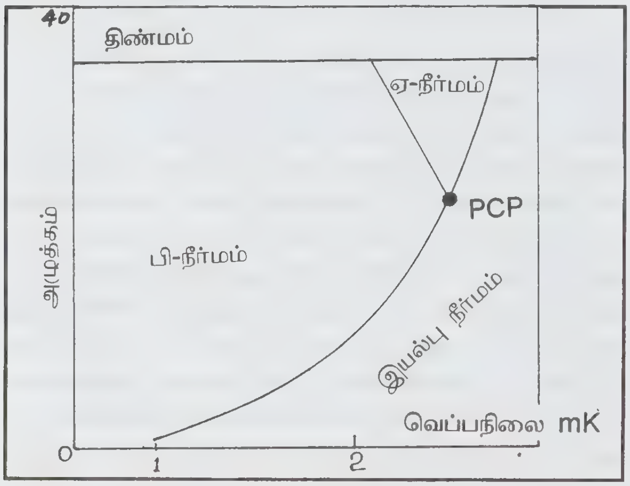


படம் 6. ஹீலியம்-3 இன் கட்ட வரைபடம்

அணுக்களை ஒரு பேரளவுக் குவாண்டம் நிலையாக உறைய அனுமதிப்பதில்லை. இதற்குப் பதிலாக ஓர் இயல்பான உலோகத்திலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் பன்மைத்தீர்வுள்ளவையாக ஆவதைப்போலவே ஏறத்தாழ 0.5 கெல்வினுக்குக் கீழே ஹீலியம்-3 நீர்மம் படிப்படியாகப் பன்மைத் தீர்வுள்ளதாகி விடுகிறது. அதாவது சிறும உந்தக் குவாண்டம் நிலை ஒவ்வொன்றிலும், அனுமதிக்கப்பட்ட தற்சுழற்சித் திசைகளில் ஏதாவது ஒன்றைக் கொண்ட ஒரு ஹீலியம்-3 அணு அமர்ந்து கொண்டு விடுகிறது. தாழ்வெப்ப நிலைகளில் பெர்மி அளவு வரையிலான ஆற்றலையுடைய அனைத்துக் குவாண்டம் நிலைகளிலும் இரண்டு துகள்கள் இடம் பெறுகின்றன. இந்த அமைப்பு வலிமை குறைந்த இடைவினை செய்யும் பொய்த் தோற்றத் துகள்களின் (quasi particles) ஆயங்களின் அடிப்படையில் மிகத் துல்லியமாக விவரிக்கப்படுகிறது. இந்தத் துகள் ஒவ்வொன்றும் அமைப்பில் மற்றத் துகள்களில் சராசரிப்புலத்தில் இயங்கிக் கொண்டிருக்கும். லான்டௌவினால் வெளியிடப்பட்ட இந்த பெர்மி நீர்மக் கொள்கை ஏறக்குறைய 100 மில்லி கெல்வின் வெப்பநிலைக்குக் கீழே நன்கு செயல்படுகிறது. அதே நெடுக்கத்தில் உயர் அதிர்வெண்ணுடன் இறுக்க அலைகள் துகள் மோதலின் மூலமாகப் பரவாமல் மோதலில்லாத சுழி ஒலி (zero sound) முறையில் பரவுகின்றன. நீர்மம் ஏறக்குறைய அயக்காந்தத் தன்மையை அடைகிற வகையில் அணுக்கருத் தற்சுழற்சி இடைவினைக்கான சராசரிப்புலம் அமைகிறது.

பெர்மி பன்மைத் தீர்வுத் தன்மையின் ஒரு பின்விளைவாக நீர்மம், திண்மைத்தை விடக் குறைவான இயல்பாற்றல் (entropy) உள்ளதாகிவிடுகிறது. அதில் 1மில்லி கெல்வின் வரை அணுக்கருத் தற்சுழற்சிகள்

தன்னிச்சையாகத் திசைப்பட்டு அமைகின்றன. 1 மில்லி கெல்வின் வெப்பநிலையில் அணுக்கரு எதிர் அயக்காந்த ஒழுங்கு தோன்றுகிறது. கிளாசியஸ் கிளேபிரான் வெப்ப இயக்கவியல் சமன்பாடு கூறுகிறபடி, உருகல் வரைகோடு அப்போது எதிரினச் சரிவுள்ளதாகிவிடுகிறது. இந்த நிகழ்வு போமராஞ்சுக் (pomeranchuk) முறைக் குளிரூட்டலில் பயன்படுகிறது. எதிரினச் சரிவின் பகுதியிலுள்ள திண்மமாகும் அழுத்தத்தில் உள்ள நீர்ம ஹீலியம்-3-ஐ வெப்ப மாற்றீடற்ற முறையில் மேலும் இறுக்கினால் அது திண்மமாகத் தொடங்கி மேலும் குளிர்ச்சி ஏற்படுகிறது. தொடக்க வெப்பநிலை போதுமான அளவு குறைவாக இருந்தால் இந்தக் குளிர்ச்சியும் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் அமையும். 1957ஆம் ஆண்டில்



படம் 7. மில்லி கெல்வின் நெடுக்கத்தில் ஹீலியம்-3இன் வரைபடம் PcP என்பது பன்மை மாறுநிலைப் புள்ளி

பார்டீன், கூப்பர், ஷ்ரீபர் ஆகியோர் ஒரு கொள்கையை உருவாக்கிச் சில உலோகங்களில் எலெக்ட்ரான் இரட்டைச் சேருவதன் மூலம் மிகுகடத்துந்திறன் தோன்றுவதை விளக்குவதில் வெற்றியடைந்தனர். எதிர் எதிரான தற்சுழற்சிகளும் உந்தமும் கொண்ட இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் இரட்டையாகப் பிணைந்து, சுழியான நிகரத் தற்சுழற்சி உள்ளவையாகி மிகு கடந்துந்திறனுக்குக் காரணமான பேரளவு குவாண்டம் நிலையாகச் சுருங்கிவிடுகின்றன. இதே போன்ற இரட்டையாகும் செயல்முறை நீர்ம ஹீலியம்-3இல் மிகுபாய்மத்தன்மை தோன்றக் காரணமாயிருக்கலாம் என்று தோன்றியது. இந்த நிலைமாற்றம் நிகழுகிற வெப்பநிலையை ஊகிப்பது கடினமாயிருந்தபோதிலும் மேலும் குறைவான வெப்பநிலைகளில் ஹீலியம்-3 பற்றிய ஆய்வுகள் தூண்டப்பட்டன. 1972ஆம் ஆண்டில் போமராஞ்சுக் குளிரூட்டிக் கலத்தில் 2.7, 2.2 மில்லி கெல்வின் வெப்பநிலைகளில் இரண்டு நிலை மாற்றங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அவை ஹீலியம்-3 நீர்மத்தின் இரண்டு தெளிவான மிகுபாய்மக் கட்டங்களுக்குச் செல்லும் மாற்றங்கள் என்பது காணப்பட்டது. அந்தக் கட்டங்கள் இப்போது ஏ நீர்மம் எனவும் பி நீர்மம் எனவும் குறிப்பிடப்படுகின்றன (படம் 7). காந்தக் குளிர்விப்பு முறைகளின் மூலம் திண்மமாதல் அழுத்தத்தையும் விடக் குறைவான அழுத்தங்களிலும் இந்த இரண்டு கட்டங்களும் அளவிடப்படுகின்றன.

- **கே. என். ராமசந்திரன்**

- **மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்**

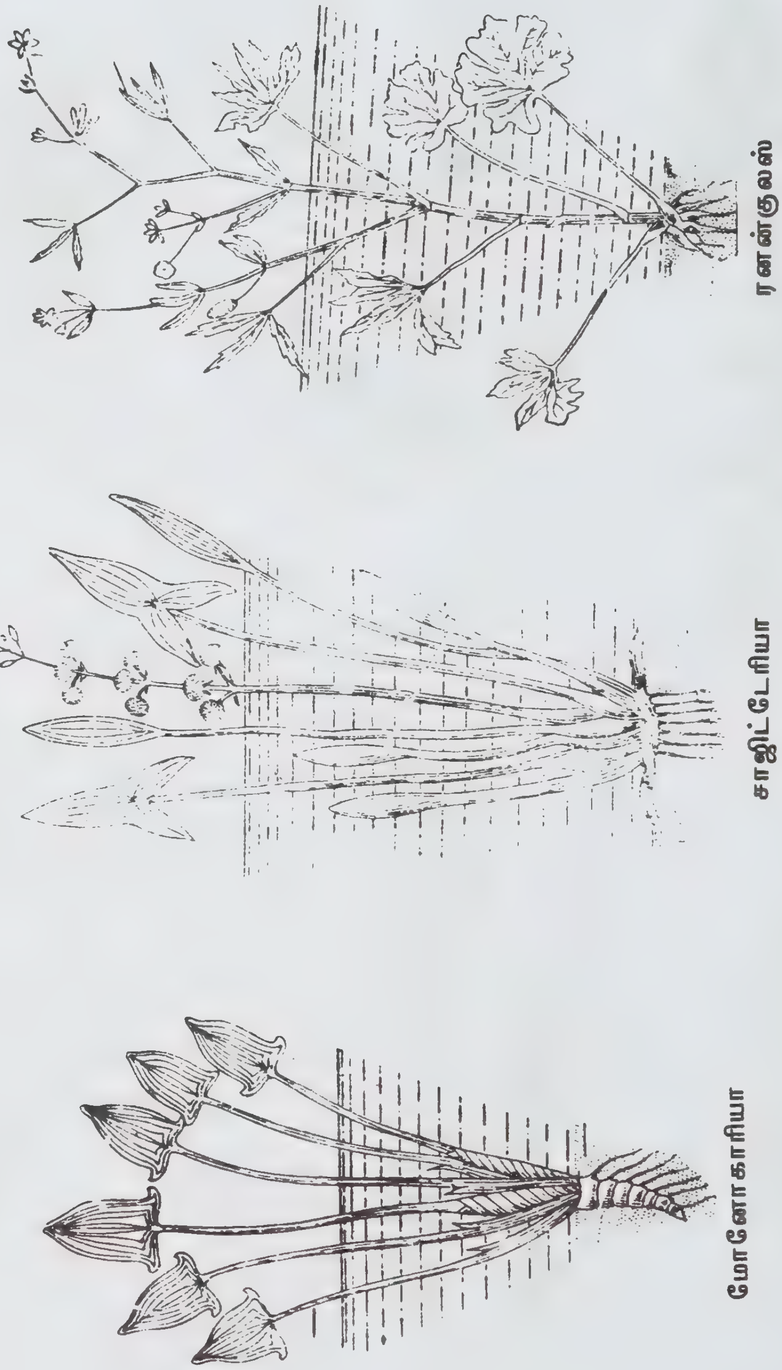
நீர் மிதவைத் தாவரங்கள்

தாவரங்களற்ற நீர் நிலைகளில் முதலில் நுண்தாவரங்களான டெஸ்மிட்ஸ், டையாடம்ஸ் போன்ற பாசியினங்கள் வாழ்கின்றன. பின்னர் காரா போன்ற கிளைகளையுடைய பாசிகளும், பூக்கும் தாவரங்களான எலோடியா, ஹைட்ரில்லா போன்ற தாவரங்களும் காணப்படும். தாவரங்களற்ற சூழ்நிலையில் இவை வளர்வதால் இவற்றை முன்னோடிகள் எனலாம். இவை யாவும் நீருக்கடியில் கூட்டமாக வாழ்கின்றன. தாவரங்கள் வாழ்விடத்தோடு புரியும் எதிர்ச் செயல்களால் நீர்நிலைகளின் அடிப்பகுதி குறைய ஆழமும் குறைகிறது. அதே சமயத்தில் ஏனைய தாவரங்கள் வாழ ஏற்ற சூழ்நிலை உண்டாகிறது.

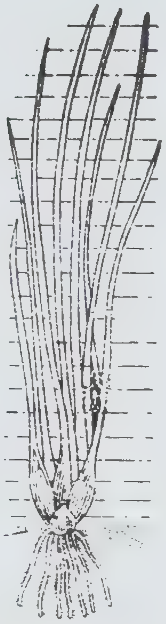
நீர்நிலைகளின் ஆழம் 200-250 செ.மீ. குறையும்போது நீரில் மிதக்கும் தாவரங்கள், அருகிலுள்ள இடங்களிலிருந்து மட்ட நிலத் தண்டுகளின் மூலம் குடியேறுகின்றன. தாமரை, அல்லி முதலானவற்றின் தண்டு, இலைக்காம்பு முதலிய பகுதிகள் நீருக்குள் அமிழ்ந்து, இலைகள் மட்டும் நீர்ப்பரப்பின்மேல் காணப்படும். சில தாவரங்களின் வேர்கள் நீர்நிலைகளின் அடிப்பகுதியில் ஊன்றி நிற்பதில்லை. இத்தாவரங்கள் நீரில் மிதந்து வாழ்கின்றன.

சில தாவரங்கள் நீரில் மிதப்பதற்கேற்றவாறு சமநிலை வேர்கள், காற்றறைடைத்த இலைக்காம்பு போன்ற தகவமைவுகள் காணப்படுகின்றன. மிதக்கும் தாவரங்கள் தாங்கள் குடியேறியவுடன் முன்னோடிகளான நீர் மூழ்கு தாவரங்களுடன் இணைந்து வாழ்கின்றன. பின் மிதக்கும் தாவரங்கள் எண்ணிக்கையில் பெருகப் பெருக, இவற்றின் இலைகள் நீர்ப்பரப்பை மூடிவிடுகின்றன. இதனால் நீர்

நீர் மிதவைத் தாவரங்கள் **(hydrophytes)**



நீர் மிதவைத் தாவரங்கள் (hydrophytes)



ஐசோடெஸ்

ஹைட்ரில்லா

பொடோமோஜிட்டான்

நீர் மிதவைத் தாவரங்கள்

மூழ்கு தாவரங்களுக்குப் போதிய சூரிய ஒளி கிடைப்பதில்லை. மிதக்கும் தாவரங்களின் தண்டு, இலைக்காம்பு முதலானவை நீருக்குள் நன்கு பின்னிக் கொண்டுள்ளமையால் ஓடைகளில் நீர் கொண்டுவரும் மண், மணல், நீர்நிலைகளின் ஆழத்தைக் குறைக்கின்றன.

நீரிலேயே வாழும் தாவரங்களுக்கும், மண்ணில் நீர் மிகுந்துள்ள இடங்களில் வாழும் தாவரங்களுக்கும் நீர் மிதவைத் தாவரங்கள் (hydrophytes) எனப் பெயர். நீர்த்தாவரங்களை நீர் மிதவைத் தாவரங்கள், நீர்மூழ்கு தாவரங்கள், நீருக்குள் மூழ்கி ஊன்றிய தாவரங்கள், ஊன்றிய மிதவை இலை நீர்த்தாவரங்கள் என வகைப்படுத்தலாம்.

மிதக்கும் நீர்த்தாவரங்கள் நீருடனும், காற்றுடனும் தொடர்புடையவை. இவற்றின் வேர்கள் நிலத்தில் ஊன்றியிருப்பதில்லை. எக்கார்னியா, சால்வீனியா போன்ற தாவரங்கள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. தனியான மூழ்கு நீர்த்தாவரங்கள் நீருடன் மட்டும் தொடர்புகொண்டு, நீருக்குள் அமிழ்ந்து வேர்கள் நிலத்தில் ஊன்றியிரா வண்ணம் காணப்படும். இத்தாவரங்கள் நீரில் மூழ்கித் தனித்தனியாகக் காணப்படும். லெம்னா, எலோடியா, ஹைட்ரில்லா, ஜஸ்சியா போன்ற தாவரங்கள் இவ்வகையைச் சார்ந்தன. காண்க: நீர்மூழ்கு தாவரங்கள்.

நீருக்குள் மூழ்கி ஊன்றிய தாவரங்கள் முற்றிலும் நீருக்குள் அமிழ்ந்திருக்கும். இவற்றின் வேர்கள் நிலத்தில் ஊன்றியிருக்கும். வால்லிஸ்னேரியா, பொடாமோஜிடான், காரா, நைடெல்லா போன்ற தாவரங்கள் இவ்வகையைச் சார்ந்தன. ஊன்றிய மிதவை இலை நீர்த்தாவரங்களின் தரைக்கீழ்ப் பகுதிகள் நிலத்தில் ஊன்றியிருக்கும். இவற்றின் தண்டு, இலைக் காம்பு முதலியன நீரினுள் மூழ்கியும், இலை நீர்ப்பரப்பின்மேல் மிதந்தும் காணப்படும். தாமரை, அல்லி போன்றவற்றின் இலைகளின் மேல் மெழுகு பூசப்பட்டுள்ளமையால், நீரினால் இலைப்பரப்பில் நடைபெறும் இயல்பான பணிகள் தடைப்படுவதில்லை. சால்வீனியா என்னும் தாவரத்தின் இலையின் மேற்பரப்பில் அடர்ந்த மயிர் உள்ளமையால், நீர்த்துளிகள் இலையில் தேங்கா வண்ணம் சிதறி விழுந்துவிடும்.

நீர் மிதவைத் தாவரங்கள் ஆழம் குறைவாக உள்ள நீர் நிலைகளில் காணப்படுகின்றன. இவ்வகைத் தாவரங்களின் தண்டுப்பகுதி நீருக்கு உள்ளும், எஞ்சிய பகுதிகள் நீரினுள் அமிழ்ந்தும் காணப்படும். டைஃபா, ரைசோபோரா, அவிசென்னியா போன்ற தாவரங்கள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. இத்தாவரங்களில் நீரினுள் உள்ள பகுதிகள் நீர்த்தாவரங்களின் தகவமைவுகளையும் நீரின் வெளிப்பகுதிகள் நிலத்தாவரங்களின் தகவமைவுகளையும் பெற்றுள்ளன. வேர்களின் அளவு, கிளைத்தல், வேர்த்தூவி முதலியன நீரின் குறைந்த அளவு விட்டத்தையும், காற்றின் அளவு அதிகரிப்பதையும் பொறுத்து மாறுபடுகின்றன.

டைஃபா என்னும் செடியிலுள்ள உறுதியளிக்கும் திசுக்களும், சாற்றுக் குழாய்த் திசுக்களும் நிலத்தாவரங்களில் உள்ளமை போல் காணப்படுகின்றன. நீர்த்தாவரங்கள் போன்று மிகுதியாகச் சேமிக்கும் பாரன்கைமாத் திசுவும், காற்று உள்ளிட்ட திசுவும் (aerenchyma) காணப்படும். இவற்றிலுள்ள தடித்த அகத்தோல் (endodermis) நீரிழப்பின்போது ஏற்படும் பாதிப்பினின்று தடுக்கிறது. தண்டுகளில் உறுதி தரும் திசுக்களும் தடுப்புச்சுவர்களுடன் (diaphragm) கூடிய காற்றறைகளும் உள்ளன. இலைகள் உருவத்திலும் அமைப்பிலும் மாறுபடுகின்றன. சில தாவரங்களில் இலைகள் மிகுந்த பிரிவுகளோடும் மடல்களோடும் அமைந்து வேரின் பணிகளைச் செய்கின்றன. எ-டு: லிம்னோபில்லா, சேஜிடேரியா போன்றவை. இத்தாவரங்களின் இலைகள் இருவிதச் சூழ்நிலையமைப்பைப் பெற்றுள்ளமையால், இதற்குச் சூழ்நிலை இருவித இலையமைப்பு (environmental heterophylly) என்று பெயர். இத்தாவரங்களின் இலைகள் நீரினின்று வெளிவந்தவுடன், இவற்றில் உறைகளும் (cuticle) இலைத் துளைகளும் (stomata) ஏற்பட்டுவிடுகின்றன. டைஃபா, சிர்பஸ், வாலிடஸ் ஆகியவற்றில் இலைத்துளைகள் மூலம் ஆற்றலை இழந்து காணப்படும். இலைத்துளைகள் பெரும்பாலும் இலையின் மேற்பரப்பில் காணப்படும். இலைகளிலுள்ள பசுங்கணிகங்களுக்குத் தகுந்த ஒளி கிடைப்பதால் உணவு தயாரித்துக் கொள்கின்றன. தரைக் கீழ்த்தண்டுகள் மூலம் விதையிலாப் பெருக்கம் செய்து எளிதில் பரவுகின்றன.

நீர் மிதவைத் தாவரங்களில் பெரும்பாலானவை குறிப்பிட்ட சில புற, அக அமைப்பில் செல்லியல் தகவமைவுகளைப் பெற்றுள்ளன.

புறஅமைப்பியல் தகவமைவுகள். நீர் மிதவைத் தாவரங்களின் வேர்ப் பகுதி, வேர்த் தொகுப்புப் பரப்பிலும், நீளத்திலும் மிகக் குறைந்திருக்கும். உல்பியா போன்ற பூக்கும் நீர்த் தாவரங்களில் வேர்களே இல்லை. லெம்னா போன்ற தாவரங்களின் வேர்கள் வளராமல் நின்றுவிடுகின்றன. சில தாவரங்களில் வேர்த் தூவி இருப்பதில்லை. ஆனால் வேர் நுனியில் உறை போன்ற வேர்ப்பை (root pocket) காணப்படுகிறது. இவ்வேர் இச்செடிகள் நீரில் சமநிலையில் நிற்க உதவுவதால் இவ்வேர்களுக்குச் சமநிலை வேர் (balancing root) என்று பெயர்.

நீர் மிதவைத் தாவரங்களின் தாங்கு திறன் குறைவாக உள்ளது. இலை அளவிலும், பருமனிலும் மயிரின்றி நீண்ட நாடாவைப் போன்று காணப்படும். நீர் மிதவைத் தாவரங்கள் நீரில் மிதப்பதற்கு ஏற்றவாறு காற்று உறைகளுடன் காணப்படும். மேக்ரோசிஸ் என்னும் பழுப்பு நிறப் பாசியில் நீரில் மிதந்து வாழ்வதற்குக் காற்று மிதவை (air float) அமைந்துள்ளது. ஜஸ்சியாவில் காற்றடைத்த வேற்றிட வெளிவேர் (aerial root) காணப்படுகிறது. பெரும்பாலான நீர் மிதவைத் தாவரங்களில் தரைக் கீழ்த் தண்டுகளோ, வேர்த் தண்டோ, (root stock) கிழங்குகளோ உடைய பல்லாண்டுத் தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன.

நீர் மிதவைத் தாவரங்களைச் சுற்றி நீர் உள்ளமையால், குறைந்த அளவு உயிர்வளி அமையப் பல உள்ளமைப்புத் தகவமைவுகள் (anatomical adaptations) உள்ளன. இவை, நீரை உறிஞ்சும் உறுப்பாகச் செயல்படுகின்றன. இதில் இலைத்துளைகள் இல்லை. இலையின் குறுக்குவெட்டில் இரண்டு மூன்று வரிசைச் செல்கள் காணப்படும். ஒளிச்சேர்க்கைக்குத் தேவையான பச்சையம் தண்டுப் பகுதியில் காணப்படும். உறுதி தரும் திசுக்கள் குறைவாக, நீரோட்டத்தின் வேகத்திற்கு ஏற்ப அமைந்திருக்கும். சாற்றுக் குழாய்த் திசுக்கள் குறைந்து காணப்படும். வேதி மாற்றங்களால் ஏற்படும் தீமையைக் காக்க உதவும் சவ்வுப் பொருள் (mucilage) பூசப்பட்டிருக்கும். காற்றுத்திசு உள்ளிட்ட சிறப்புப் பாரன்கைமா திசுக்கள் ஜஸ்சியா போன்ற தாவரங்களில் காணப்படும். தாவரங்கள் நீரிலேயே வாழ்வதால் தேவைக்கு மேலுள்ள நீரை வெளியேற்ற, இலை நுனியில் இலைத் துளை அமைந்துள்ளது. இலை இருபுறமும் ஒத்ததாகவும் செல் கோள வடிவத்தோடும் காணப்படும்.

- கு. பத்மநாபன்

துணைநூல். George L. Clark, *Elements of Ecology*, John Wiley and Sons, New York, 1961.

நீர் மின் திறன்

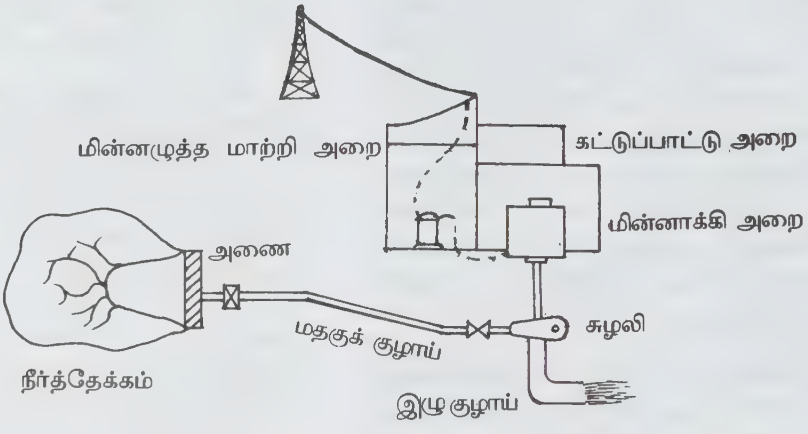
நீரியக்கச் சுழற்சியின் மூலம் நீரிலுள்ள ஆற்றலைச் செயல்படுத்த நீர் மின் நிலையங்கள் பயன்படுகின்றன. நீரிலுள்ள நிலையாற்றல் (potential energy) தகுந்த சுழலிகளில் செலுத்தப்படும்போது இயங்காற்றலாக (kinetic energy) மாறுகிறது. இவ்வகையில் எந்திரவியல் ஆற்றலைப் பெற நீர் அதிக அளவிலும் மிக அதிக உயர் மட்டத்திலும் சேகரித்து வைக்கப்பட வேண்டும். உயர் மட்டத்திலிருந்து விசையுடன் கீழிறங்கும் நீரிலுள்ள நிலை ஆற்றலே, சுழலியினை இயக்கி மின்னாற்றலை உருவாக்குகிறது. நீர் இயற்கையில் எளிதாகக் கிடைப்பதால் நீரியல் ஆற்றலே சிறந்தது எனலாம்.

நீரியல் ஆற்றல், வெப்ப ஆற்றலை அடுத்தே முக்கியத்துவம் பெறுகிறது. 1897ஆம் ஆண்டு இந்தியாவில் உள்ள முழு ஆற்றல் உற்பத்தியில் ஏறத்தாழ 30% நீரியல் ஆற்றல் இருந்தது. இதற்கான அமைப்புகள் டார்ஜிலிங் நகர்ப்புறத்தில் ஆற்றுப்படுகை மூலம் நிறுவப்பட்டன. ஆனால் முதன்முதலாக நீர் மின் நிலையம் 1902ஆம் ஆண்டில் மைசூருக்கு அருகிலுள்ள சிவசமுத்திரம் நீர்வீழ்ச்சியைக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்டது. இது ஏறத்தாழ 4.5MW ஆற்றலை உற்பத்தி செய்ய வல்லது. அடுத்து 1914இல் மஹாராஷ்டிரத்தில் உருவாக்கப்பட்ட கோபோலித் திட்டம் (khopali project) 50MW ஆற்றலை உருவாக்க வல்லது. 1947வரை நீர் மின்னேற்ற ஆற்றல் 500MW என்னும் அளவிலேயே இருந்தது. காண்க: ஆற்றல், நீர் மின்.

நீர் மின் நிலையங்கள். நீராக இருக்கும்போதே நீரின் ஆற்றலிலிருந்து மின்னாற்றலை உருவாக்குவது இதன் அடிப்படையாகும். இவ்வாற்றலைப் பெற முன்னர்க் கூறியபடி மிகு உயர் நிலையிலிருந்து, அழுத்த விசையுடன் நீரினைச் சுழலியினுள் பாய்ச்ச வேண்டும். நீர் மின் நிலையங்களைத் தேவைப்படும் எந்த இடத்திலும் நிறுவிட இயலாது. இதற்கு மிக அதிக அளவு நீரும், அதனை மிக உயர்ந்த இடத்தில் தேக்கி வைத்திருக்கக் கூடிய அணையும் வேண்டும். அதிக உயரத்திலிருக்கும் நீரினைச் சுழலியின் அறைக்குக் கொண்டு வருவதற்கு மதகு குழாய்கள் (penstock) தேவைப்படும். இக்குழாய்கள் எஃகு, மரம் அல்லது வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரை (reinforced concrete) ஆகியவற்றினால் உருவாக்கப்பட்டிருக்கும்.

அணைக்கட்டின் நீரைச் சுமந்து செல்லும் மதகுக்குழாய் எப்போதும் நீர் நிறைந்திருக்குமாறு கூடியவரை நீர் நிலையத்தின் தாழ்நிலையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். அதாவது நீரின் மட்டம் குறைய நேரிட்டாலும், மதகு குழாய்களில் காற்று உட்புகாதவாறு நீர் நிறைந்தே இருக்க வேண்டும். மேலும் மதகு குழாயின் கீழ் இறங்கு அமைப்பு, அணைக்கட்டு அமைக்கப்படும் இடங்களிலுள்ள நில அமைப்பு, சரிவு ஆகியவற்றினைப் பொறுத்தும் மலை அமைப்பிற்கு ஏற்பவும் வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

மதகு குழாய்களின் இணைப்பில் திடீர்த் திருப்பங்கள், வளைவுகள் இவற்றைத் தவிர்க்க வேண்டும். பொதுவாக



நீர் மின் நிலையச் சுற்றமைப்பு

இக்குழாயின் புறப்பரப்பு வளிமண்டலத்திற்கு வெளிப்படுத்தப்பட்டிருக்கும். எனவே பனிப்பாறைச் சரிவு, நில நடுக்கம் போன்ற இயற்கைச் சீற்றங்கள் அடிக்கடி ஏற்படும் இடங்களில் உள்ள மதகுக் குழாய்களைப் உறையிட்டுக் காப்பது இன்றியமையாததாகிறது.

மதகுக்குழாயின் வழியே விசையுடன் பாயும் நீர், உள்வழி அடைப்பிதழ் மூலம் சுழலிக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. நீருக்குள் அடங்கியிருக்கும் உயர்நிலை ஆற்றல் (potential energy) எந்திரவியல் ஆற்றலாக (mechanical energy) மாற்றப்படுகிறது. மிகு திசைவேகத்துடன் பாயும் நீர்த்தாரைகள் ஓடியின் (runner) விளிம்பில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் அலகுகளில் பாய்ந்து, தாக்கி, உரசி அவற்றின் திசையைத் திருப்பப் பயன்படுகின்றன. இவ்வாறு திருப்பப்படும் நிலையில், சுழலியின் சுழல் உருளைக்கு ஆற்றல் அளிக்கப்படுகிறது. இச்சுழல் உருளை மின்னாக்கியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இச்சுழல் இயக்கத்தின் காரணமாக மின்னாக்கியில் மின்னாற்றல் உருவாகிறது. சுழலியிலிருந்து வெளிப்படும் நீர் இழுப்புக்குழல் (draft tube) வழியாக அடிக்கால்வாய் வடி தேக்கத்திற்குச் (tail race) செல்லும்.

பயன். எரிபொருள் கையாளுதல் நீர் மின் நிலையங்களில் அறவே நீக்கப்படுகிறது. குறைந்தளவு பராமரிப்பும், செலவீடும் குறிப்பிடத்தக்கன. மின்னாற்றல் உற்பத்திக்காகப் பயன்படும் மூலப்பொருள் நீராக உள்ளமையால் எளிதாகவும், நம்பகமாகவும் பெறலாம். குறைந்த அளவு துணைக் கருவிகளே தேவைப்படுகின்றன. மின் உற்பத்தி தவிர இவ்வமைப்பில் வெள்ளப்பெருக்கின்போது தேக்கி நிறுத்தவும், வேளாண்மைக்குப் பாய்ச்சவும் இந்நிலையங்கள் பயனாகின்றன.

புகை, தூசி, சாம்பல் போன்ற கழிவுப் பொருள்கள் இராமையால் வளிமண்டலம் மாசடைவதில்லை. ஏனைய நச்சுத் தீமைகளுக்கும் வாய்ப்பில்லை. மாறும் பனிச்சுமையை எளிதில் குறைக்க முடியும். பணியாளர்கள் குறைந்த திறனுடன் செயல்பட்டால் போதும். எளிய தொழில் நுட்பமே தேவைப்படுகிறது. எரிபொருளைக் கொண்டு இயங்கும் மற்ற மின் நிலையங்களோடு ஒப்பிடுகையில் இதனை நடத்துவதற்கான செலவு மிகவும் குறைவே.

இடர்ப்பாடு. மின்னாக்கி அறைகளிலிருந்து இவ்வமைப்புகள் மிகத் தொலைவில் உள்ளமையால் நீண்ட மின் தொடர்கள் (transmission lines) தேவைப்படும். இதனால் ஓரளவிற்கு ஆற்றல் இழப்பும் ஏற்படும். இவ்வமைப்புகளை உடனடியாக நிறுவிட முடியா. நிறுவிடத் தேவையான காலமும், செலவும், பணியாளரும் மிகுதி. இந்த அமைப்பினைத் தேவைக்கேற்ப எந்த இடத்திலும் நிறுவிட இயலாது. மனித ஆற்றல், எந்திர ஆற்றல் தவிர இயற்கையில் அமைந்திருக்கும் நில அமைப்பு, பருவ காலம் ஆகியவற்றினைப் பொறுத்தும் இவ்வமைப்பு உள்ளது.

– கே. ஆர். கோவிந்தன்

நீர்முள்ளி

இதற்கு இக்குரம், முண்டகம், நிகதம், காகண்டம், துரகதமூலம் என்னும் பெயர்களும் உண்டு. நீர்முள்ளியின் தாவரப்பெயர் ஹைக்ரோஃபைலா ஆரிக்குலேட்டா (Hygrophila auriculata) என்பதாகும். இதன் இணைதாவரப் பெயர் ஆஸ்டரகேந்தா லாங்கிஃபோலியா (Asteracantha langigolia) என்பதாகும். இது நீர்ப்பாங்கான பகுதிகளில் மிகுதியாகக் காணப்படும் அக்காந்தேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த களைச்செடி. பொதுவாக நெல் வரப்பு, வாய்க்கால் ஓரங்களில் இதனைக் காணலாம். இச்சிறு முட்செடி 0.6-1.5 மீ. உயரம் வளரும். இலங்கையிலும் இக்களைச்செடி காணப்படுகிறது.

அமைப்பு. நீர்முள்ளி நேராக வளரும் செடி. இதன் தண்டு உருண்டையாகவும் மிகச் சிறு மயிரைக் கொண்டும் இளஞ்சிவப்பு நிறத்திலும் இருக்கும். இலைகள் தனித்தனியாக 15 செ.மீ. நீளத்திலும் எதிரெதிராக அமைந்தும் இருக்கும். இலைக்காம்பு இல்லை. நுனியிலும் அடிப்பகுதியிலும் இலை குறுகியிருக்கும். கணுவில் இலைகளுக்கு இடையில் சில சிறு இலைகளும் கொத்தான நீண்ட முள்களும் காணப்படும். அல்லி இதழ்கள் கருநீல நிறத்தில் வாய் போன்று இரண்டு உதட்டிதழ்களைக் கொண்டிருக்கும். மேல் உதட்டிதழில் இரண்டு பிரிவுகளும், கீழ் உதட்டிதழில் மூன்று பிரிவுகளும் இருக்கும். மகரந்தத்தாள்கள் நான்கும் இரண்டு ஒழுங்கற்ற நீளமுள்ள கற்றைகளாக அல்லி இதழில் ஒட்டியிருக்கும். மேல்மட்டச் சூல்பை இரட்டைத் திசுவறைகளைக் கொண்டது. ஒவ்வொரு திசுவறையிலும் நான்கு சூல்கள் இருக்கும். சூல்தண்டு நீண்டும் மயிர் சூழ்ந்தும் இருக்கும். சூல்மூடி கிளைக்காதிருக்கும். காய்கள் 7.5 மி.மீ. நீளத்திலும் கூரான நுனியைக் கொண்டும் சிறுசிறு மயிர் சூழ்ந்தும் இருக்கும்.

பயன். வாதநோயில் ஏற்படும் நீர்க்கட்டையும் வீக்கத்தையும் கரைக்கும் ஆற்றல் இதற்கு உண்டு. மஞ்சள்காமாலைக்கு உதவும். வெப்பத்தைத் தணிக்கும். சிறுநீரைப் பெருக்கும். இதன் வேரை நீரில் மண்போக அலசி நீர் சேர்த்துக் கொதிக்கவைத்து நாளும் 4-8 வேளை தர நீர்க்கோவை, வீக்கம், சிறுநீர் அடைப்பு, மகோதரம் நீங்கும். இச்செடியை நெருப்பிலிட்டுச் சாம்பலாக்கி வெந்நீரில் பசைபோல் தயாரித்துக் காலை, மாலை பற்றுப் போட வீக்கம், மகோதரம் நீங்கும். இலை, இருமலுக்கு உதவும். இச்செடிச் சாம்பலை நாளும் ஒரு தேக்கரண்டி வெந்நீரில் கலக்கிக் குடிக்க மகோதரம், வாதநீர் போகும். நீர்முள்ளியின் விதை விந்துப் பெருகும் லேகியங்களில் சேர்க்கப்படுகிறது. தூய வெள்ளரி விதை, நெருஞ்சில் விதை, நீர்முள்ளி விதை ஆகியவற்றைச் சம அளவு எடுத்து நீர் சேர்த்துக் காய்ச்சிப் பனங்கற்கண்டுடன் காலை, மாலை என ஒரு வாரகாலம் அருந்தி வர உடல் வெப்பம் குறையும். விதை பால்வினை நோயைப் போக்க உதவும். காண்க படம்: பக்கம் 724.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நீர்மூழ்கிக்கப்பல்

பதினேழாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கக் காலத்தில்தான் துடுப்புகளால் இயக்கப்படும் நீர்மூழ்கிப்படகுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களைக் கண்டுபிடிக்கும் முயற்சியில் பிரான்சும், இத்தாலியும் ஈடுபட்டன. அடுத்த 150 ஆண்டுகளுக்குத் தொடர்ந்து முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன.

கி.பி.1620இல் வெற்றிகரமாக முதலாம் நீர்மூழ்சிக் கப்பலை உருவாக்கி அதைத் தேம்ஸ் நதியில் பல சோதனை ஓட்டங்கள் செய்து வெற்றிகரமாக இயக்கிக் காட்டியவர் கார்னிலியஸ் டிரெபில் என்னும் டச்சுநாட்டு மருத்துவராவார். இந்நீர்மூழ்கிக்கப்பல் மரத்தால் தாங்கு செய்யப்பட்டு அதைச் சுற்றிலும் கொழுப்பு அல்லது எண்ணெய்ப் பசை கொண்ட தோலால் மூடப்பட்டிருந்தது. இது துடுப்பு மூலம் இயக்கிக் காட்டப்பட்டது. எனினும் நீர்மூழ்கிக்கப்பல் வடிவமைக்கும் முயற்சி தொடர்ந்து நடைபெற்றது.

அமெரிக்கப் புரட்சிப் போரின்போதுதான் முதன்முதலாக நீர்மூழ்கிக்கப்பலைத் தாக்குதலுக்குப் பயன்படுத்தினர். கி.பி. 1775இல் அமெரிக்க மருத்துவர் டேவிட் புஷ்னெல் என்பார் ஒரு நீர்மூழ்கிக் கப்பலை வடிவமைத்து அதற்கு ஆமை (turtle) என்று பெயரிட்டார். மரத்தினால், முட்டை வடிவம் போல ஒரு மனிதர் மட்டுமே உட்கார்ந்து செல்லக்கூடிய நீர்மூழ்கிக் கப்பலாக அது வடிவமைக்கப்பட்டிருந்தது. இந்நீர்மூழ்கிக்கப்பல் நியூயார்க் துறைமுகத்தில் நங்கூரமிட்டிருந்த பிரிட்டிஷ் கப்பற்படையை அழிப்பதற்காக உருவாக்கப்பட்டது.

கி.பி. 1776இல் படைத்தலைவர் எஸ்ரா லீ ஆமையின் படைத்துறை நடவடிக்கையை மாற்றிப் போரிடச் செய்தார். அதாவது ஆமையில் வெடிமருந்து திணித்துப் பிரிட்டிஷ் கப்பல்களைத் தாக்கச் செய்தார். வெடிமருந்து வெடிக்காமல் எதிரிக் கப்பல்களுக்குச் சேதம் விளைவிக்கா விட்டாலும், பிரிட்டிஷ் போர்க் கப்பல்களை அது அச்சுறுத்தியதால் அப்படைகள் அவ்விடத்தை விட்டு

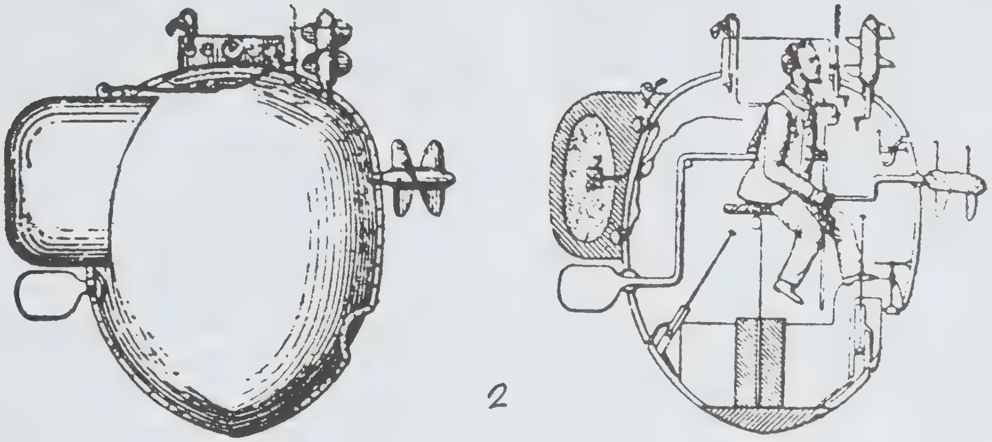
1. கிளை 2. சூலகம், 3,4 மகரந்தக்கேசர இணைகள், 5. சூல்பையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் 6. சூல்பையின் நீள்வெட்டுத்தோற்றம் 7. அல்லிவட்டம் 8. புல்லிவட்டம் 9. திறந்த அல்லி வட்டம்

நீர்முள்ளி **(Hygrophila auriculata)**

அகன்றன. கி.பி. 1776இல் முதன்முறையாக நீர்மூழ்கிக்கப்பல் போரில் பயன்படுத்தப்பட்டது.

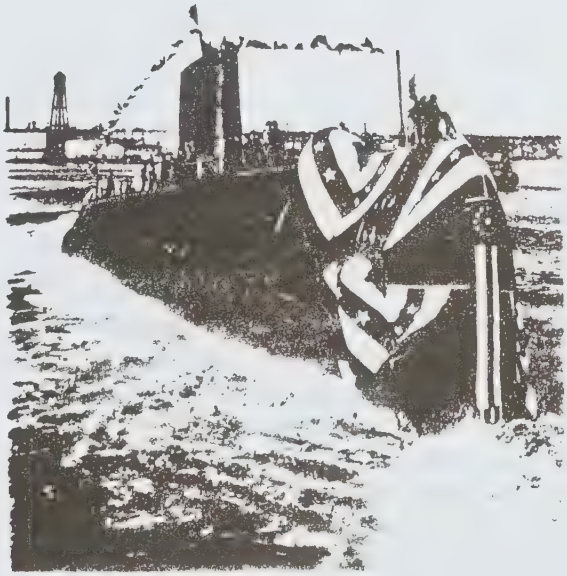
போர்களில் பங்கு கொள்ளுமளவுக்கு நடைமுறையில் பயன் அளிக்கக்கூடிய வலிமையான நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களை, ஐரோப்பா மற்றும் அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளைச் சேர்ந்த கண்டுபிடிப்பாளர்கள் 1800இன் பிற்பகுதியில் கடுமையாக உழைத்து வடிவமைத்தனர்.

கி.பி. 1801இல் இராபர்ட் ஃபுல்ட்டன் என்பார் பிரெஞ்சுக் கப்பற் படைக்காக மரத்தினாலான ஒரு நீர்மூழ்கிக் கப்பலைப் பிரிட்டிஷ் போர்க் கப்பல்களுக்கு எதிராகக் கட்டினார். அதற்கு நாட்டிலஸ் **(nautilus)** என்று பெயரிட்டார். இந்நீர்மூழ்கிக்கப்பல் சில சிறப்புக்கூறுகளைப் பெற்றிருந்தது. இதில் கப்பலை வழிகாட்டும் கோபுரம் **(conning tower)** கப்பலின் தாங்கும் தொட்டி **(Ballast tank)** ஆகியவை அமைந்திருந்தன. நான்கு பேர் உள்ளே அமர்ந்து கையால் முன்னோக்கிச் செலுத்தக்கூடிய வகையில் இது இருந்தது. புல்ட்டன், பிரிட்டிஷ் கப்பல்களை அழிக்கப் பல்வேறு முறை



2

1



3

1. நீர்மூழ்கிக்கப்பலுக்கு எதிரான போர்
2. டேவிட் புஷ்நெல் வடிவமைத்த ஆமை என்னும் நீர்மூழ்கிக்கப்பல்
3. அமெரிக்க நாட்டிலஸ் நீர்மூழ்கிக்கப்பல்

முயன்று தோல்வியடைந்தார். ஆதலால், பிரெஞ்சு அரசு இவருக்குக் கொடுத்து வந்த ஆதரவை விலக்கிக் கொண்டது. அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் உள்நாட்டுப் போர் நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கும் சமயத்தில் உள்நாட்டுப் போரில் விலகிப்போன பதினொரு நாடுகளின் கூட்டமைப்பினர் ஓரளவு மூழ்கக்கூடிய நீர்மூழ்கிக்கப்பலைக் கூட்டி அதற்கு டேவிட் என்று பெயரிட்டனர். இந்த நீர்மூழ்கிக்கப்பலில் நீருக்குள் தெரிந்ததுபோக எஞ்சிய கப்பல் தளப் புழைவாயும், புகைவாயிலும் நீர்மட்டத்திற்கு மேலேயும் தெரிந்தன.

மேற்கொண்டு கூட்டமைப்பினர் நன்றாக நீரில் மூழ்கக்கூடிய நீர்மூழ்கிக்கப்பலைக் கட்டினர். இதற்கு அதைக் கண்டுபிடித்த ஹன்லே என்பாரின் பெயரையே இட்டனர். இக்கப்பல் இரும்புத் தகடுகளால் கட்டப்பட்டது. இக்கப்பலும் கையால் முன்னோக்கி இயக்கப்படும் விதமாக இருந்தது. இதில் எட்டுப்பேர் அமர்ந்து செல்லும் வசதியும் இருந்தது. ஒவ்வொரு முறையும் எட்டுக் கடலாடிகளுடன் மூழ்கியது. ஆயினும் 1864ஆம் ஆண்டு பிப்ரவரித் திங்கள் 17ஆம் நாள் ஹன்லே கப்பல் ஹூஸ்டானிக் என்னும் அமெரிக்கக் கப்பலை மூழ்கடித்தது. இக்கப்பலை மூழ்கடிப்பதற்காக ஒருவகையான டார்ப்பிடோ பயன்படுத்தப்பட்டது. நீர்மூழ்கிக்கப்பல் ஒன்று போர்க்கப்பலை மூழ்கடித்த முதல் நிகழ்ச்சியாக இது வரலாற்றில் இடம் பெற்றுவிட்டது.

கி.பி. 1800 இன் பிற்பகுதியில் ஐரோப்பாவும், அமெரிக்காவும் நீர்மூழ்கிக்கப்பல்களைக் கண்டுபிடித்து, பின்னர்க் கடற்போர்களில் அவற்றை வலிமையாகப் பங்குகொள்ளும் வகையில் மாற்றின.

ஜான் பி. ஹாலந்து என்னும் அயர்லாந்து அமெரிக்கர் கடற்போர்களில் பங்குகொள்ளும் வலிமை வாய்ந்த நீர்மூழ்கிக்கப்பல்களை வடிவமைப்பதில் புகழ் பெற்றிருந்தார். கி.பி.1877இல் இவர் தம் முதல் நீர்மூழ்கிக்கப்பலைக் கட்டி முடித்தார். இவருடைய நீர்மூழ்கிக் கப்பலில் ஒன்றான ஹாலந்து கி.பி.1898இல் கடலில் வெற்றிகரமாக இறங்கியது மட்டுமன்றி, 1900இல் அமெரிக்க அரசினால் அங்கீகாரம் செய்யப்பட்டு அதுவே அமெரிக்கக் கடற்படையில் முதல் நீர்மூழ்கிக்கப்பலாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது.

ஹாலந்து என்னும் நீர்மூழ்கிக் கப்பலில்தான் உடற்பகுதி எஃகினால் கட்டுமானம் செய்யப்பட்டு உலகுக்கு அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. மேலும் நீருக்கடியில் இயங்கும்போது வலிமையுடன் இருக்க மின்சாரச் சேமிப்பு அடங்கிய மின்கல அடுக்கையும் கொண்டிருந்தது. நீரின் மேற்பரப்பில் இருக்கும்போது உள் எரி எந்திரம் பயன்படுத்தப்பட்டது.

நீர்மூழ்கிக்கப்பலின் முக்கிய உட்பகுதி உள், வெளிச் சுவர்களால் கட்டப்பட்டது. இரண்டு சுவர்களுக்குள்ள இடைவெளி இரண்டு அறைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த அறைகள் எரிபொருள் தொட்டிகளாகவும் தாங்கு தொட்டிகளாகவும் அமைகின்றன.

தாங்கு தொட்டிகள் பெரிய திறப்பை அடிப்பகுதியில் பெற்றிருக்கின்றன. சிறிய தடுக்கிதழ்கள் (valve) மேற்பகுதியில் அமைந்திருக்கின்றன. நீர்மூழ்கிக்கப்பல் நீரின் மேற்பரப்பில் இருக்கும்போது தாங்கு தொட்டிகளின் ஒரு பகுதி காற்றினால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். இக்காற்று மிதப்பாற்றலைத் (buoyance) தருகிறது. நீர்மூழ்கிக்கப்பல் சிறிய தடுக்கிதழ்களைத் திறந்து கொண்டு நீரில் மூழ்கும். சிறிய தடுக்கிதழ்கள் திறந்திருப்பதால் அது காற்றை வெளியேற்றி, அதற்கு பதிலாக, நீரைத் தொட்டிகளில் பெரிய திறப்பு வழியாக நிரப்பி எதிர் மிதப்பாற்றலை உண்டாக்கி நீரில் மூழ்குகிறது. சிறிய தடுக்கிதழ் மூடி, அழுத்தமான காற்றை உள்ளே விடுவதால் உள்ளிருக்கும் நீரை உந்து ஆற்றல் மூலம் வெளியேற்றுவதால், கப்பல் மீண்டும் நீரின் மேற்பரப்புக்கு வருகிறது.

நீர்மூழ்கிக்கப்பல் நீருக்குள் இருக்கும்போது, கப்பலின் தாங்குதொட்டி நீரின் பங்கீடே கப்பலைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. மேலும் எந்திரத்தின் வேகம், சமதள இயைபுப் போக்கு ஆகியவையும் கப்பலைக் கட்டுப்படுத்தும். சாதாரண நீர்மூழ்கிக் கப்பலின் உடற்பகுதிக்கும், ஆற்றல் நீர்மூழ்கிக் கப்பலின் உடற்பகுதிக்கும் பெரும் வேறுபாடு உண்டு. சாதாரண நீர்மூழ்கிக் கப்பல் நீண்ட நேரம் கடலின் மேற்பரப்பிலேயே வலம் வருவதால், இதன் மேற்பகுதி நீரில் மிதக்கும். இது நீரின் மேற்பரப்பில் சுற்றிவர ஒருவித நிலைப்பாட்டைக் கப்பலுக்குத் தருகிறது. ஆனால் இது ஆழமான நீருக்குள் பயன்படாது. ஆற்றல் நீர்மூழ்கிக் கப்பல் நீருக்குள்ளேயே மூழ்கியிருக்கும்போது பல அரிய சாதனைகளை நிகழ்த்தும். இது அரிதாகவே நீர்மட்டத்திற்கு வரும்.

சாதாரண நீர்மூழ்கிக் கப்பலின் நீளம் ஏறத்தாழ 100மீட்டராகும். இதன் அகலம் ஏறத்தாழ 10 மீட்டராக இருக்கும். ஆற்றல் நீர்மூழ்கிக் கப்பலின் நீளம் 80-150 மீட்டராகவும் அகலம் 10மீட்டராகவும் அமையும். சாதாரண நீர்மூழ்கிக் கப்பலின் நீரின் மேற்பரப்பு வேகம் 18 நாட்ஸ் (ஒரு மணி நேரத்தில் 35 கிமீட்டரைக் கடக்கும் வேகம்). சாதாரண நீர்மூழ்கிக் கப்பல், நீருக்குள்ளிருக்கும்போது வேகம் 10 நாட் (ஒரு மணி நேரத்தில் 20 கிமீட்டரைக் கடக்கும் வேகம்) அணு ஆற்றல் நீர்மூழ்கிக் கப்பலின் நீருக்குள் இருக்கும் வேகம் 20 நாட் அளவுக்கும் மேல் ஆகும். ஆனால் இதன் உண்மையான, சரியான வேக அளவு வெளிவிடப்படவில்லை.

எந்திரங்கள். சாதாரண நீழ்மூழ்கிக்கப்பல், நீரின் மேற்பரப்பில் இருக்கும்போது டீசல் எந்திரத்தினால் இயக்கப்படுகிறது. ஆக்கி, மின்சார ஆற்றலை மின்கல அடுக்குச் சேமிப்புக் கிடங்கிலிருந்து நிரப்பிக் கொள்கிறது. ஆதி முதற்கொண்டே, டீசல் எந்திரத்திற்குக் காற்றுத் தேவைப்படும் கப்பலில் ஸ்நார்கள் என்னும் கருவியைப் பொருத்தினால் மட்டுமே, கப்பல் நீரின் அடியில் இருக்கும்போது டீசல் எந்திரங்களைக் கொண்டு கப்பலை இயக்க முடியும். நீரின் மேற்பரப்பிற்குச் சற்றுக் கீழே கப்பல் இருக்கும்போது இதைப் பயன்படுத்த முடியும். (ஸ்நார்கல் என்பது காற்றுக்குழாய் நீரின் மேற்பரப்பிற்கு மேலே தெரியும்படி இருக்கும் ஒரு கருவி).

நீர்மூழ்கிக்கப்பல், மிக அதிக ஆழத்தில் சென்று கொண்டிருக்கும்போது மின்கலச் சேமிப்புக் கிடங்கிலிருந்து பெறப்பட்ட மின்சார ஆக்கிகளினால் இயக்கப்படுகிறது. மின்கலம் தன் ஆற்றலை முழுமையாக இழந்துவிடும் சூழ்நிலையில் நீழ்மூழ்கிக்கப்பல் நீரின் மேற்புறத்திற்கு வந்து மின்கலத்தின் ஆற்றலை மீண்டும் புதுப்பித்துக் கொள்கிறது. அச்சமயம், டீசல் எந்திரத்தினால் இயக்கப்படுகிறது.

அணு ஆற்றல் நீர்மூழ்கிக்கப்பலுக்கு அணு உலையிலிருந்து ஆற்றல் கிடைக்கிறது. கீழே அதிக அழுத்தத்தோடு கூடிய யுரேனிய வெப்பநீரில் எதிர்வினை ஏற்பட்டு அணு உலையைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இந்த அழுத்தமான நீர் வெப்பப் பரிமாற்றிகளின் (heat exchanger) வழியாகப் பரவுகிறது. இவ்வெப்ப பரிமாற்றிகள் கதிரியக்கமற்ற நீராவியை மிதமான தட்பவெப்பநிலை மற்றும் மிதமான அழுத்தத்தில் உற்பத்தி செய்யும். நீராவிச் சுழலிகளையும் (turbines) பின்பு மின்சார ஆக்கியையும் இயக்கிக் கப்பலுக்கு மின்சாரத்தை உண்டாக்கும். சுழலிகள், கப்பலின் இயக்க உறுப்பை எந்திர இணைப்புகள் அல்லது மின்சார ஆக்கி வழியாகக் கிடைக்கும் ஆற்றல் மூலம் இயக்குகின்றன.

சிறப்புக் கருவி. நீர்மூழ்கிக் கப்பல் நீரின் மேற்பரப்பை நெருங்கிக் கொண்டிருக்கும் சமயம் நீர் மட்டத்திற்கு மேல் உள்ளவற்றைப் பார்ப்பதற்காக மறைபுற நோக்கிக் கருவி (periscope) பயன்படுகிறது. பல அணு ஆற்றல் நீர்மூழ்கிக்கப்பல்கள் நீரின் மட்டத்திற்கு மேலே நடப்பவற்றைத் தெரிந்துகொள்ளத் தொலைக்காட்சியைப் பயன்படுத்துகின்றன.

நீண்டகாலமாக அணு ஆற்றல் நீர்மூழ்கிக்கப்பல்கள் நீருக்கடியில் மூழ்கியிருக்கும்போது, கப்பலில் உள்ள ஒரு கருவி காற்றைத் தூய்மைப்படுத்துகிறது. அதாவது கார்பன் டைஆக்சைடை வெளியேற்றி ஆக்சிஜனை உள்ளேற்றிக் கப்பலோட்டிகள் (crew) சுவாசிக்கப் பெரிதும் உதவுகிறது. ஆக்சிஜன், கடல்நீரின் மின்சாரச் செய்முறையினால் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இதற்கு மிகுதியான கருவிகள் கட்டி வைக்கப்பட்டுச் சிறிய அறையில் அடுக்கப்பட்டிருக்கும்.

அணு உலையைச் சுற்றி வலிமையான பாதுகாப்புக்கவசம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இதனால் கப்பலோட்டிகளும் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகளும் கதிர்வீச்சிலிருந்து (radiation) தப்பிக்கலாம். பல மாதங்கள் நீருக்கடியில் நீர்மூழ்கிக்கப்பலை இயக்க யுரேனிய எரிபொருளை ஒருமுறை மின்னூட்டம் செய்தாலே போதுமானதாக இருக்கும். அணு ஆற்றல் நிலையத்திற்கு (Nuclear Power Plant) ஆக்சிஜன் தேவைப்படாது. இக்காரணத்தினால் நீரின் மேற்பரப்பில் கப்பல் இருப்பதைப் போலவே நீருக்கடியிலும் பயன்படுத்த முடிகிறது. மேலும், இதன் எந்திரம், சாதாரண நீர்மூழ்கிக்கப்பலின் மின்சார ஆக்கியைவிடப் பல மடங்கு ஆற்றல் கொண்டது. நவீன நீர்மூழ்கிக்கப்பலின் முக்கிய உடற்பகுதி நீருக்குள் மூழ்கும்போது மிகத் திறமையாகச் செயல்படுகிறது. அணு ஆற்றல் நீர்மூழ்கிக் கப்பல் நீருக்குள்ளிருக்கும்போது அதிக வேகத்தில் செல்கிறது.

நீருக்கடியில் கப்பல்களைக் கண்டுபிடிக்கவும், கப்பற்படையின் சில நோக்கங்களுக்காகவும் நீர்மூழ்கிக்கப்பல்கள் இரண்டு வித ஒலிக் கருவிகளைப் பயன்படுத்துகின்றன. அவை, செயலூக்க ஒலிக்கருவி (active sonar), செயலூக்கமற்ற ஒலிக்கருவி (passive sonar) என்பனவாம்.

செயலூக்க ஒலிக்கருவி. இக்கருவி குறிப்பிட்ட இலக்கு நோக்கி ஒலியை ஆரவாரமின்றி அமைதியாக அனுப்புகிறது. பின் அங்கிருக்கக் கூடிய எதிரொலியைப் பெறுகிறது. நீருக்கடியில் ஏற்படக்கூடிய இடையூறுகளைக் கண்டுபிடிக்க இக்கருவி பயன்படுகிறது. மேலும் கப்பல் எந்தத் திசையில் எவ்வளவு தொலைவில் இருக்கிறது என்பதை அறுதியிடவும் இக்கருவி பயன்படுகிறது. இக்கருவி ஒலியின் குறிகளை அனுப்பி வெளிப்படுத்துவதன் காரணமாக, நீர்மூழ்கிக்கப்பல்கள் இக்கருவியை எதிரிக் கப்பல்களைக் கண்டுபிடிக்கப் பயன்படுத்துவதைப் பொதுவாகத் தவிர்த்தல் நலம்.

செயலூக்கமற்ற ஒலிக்கருவி. நீர்மூழ்கிக்கப்பலின் முக்கிய உடற்பகுதியில் கேட்கும் கருவிகளைப் பொருத்தி இலக்கு கப்பலில் இருந்து வரும், குறிப்பாகக் கப்பலின் இயக்குறுப்பிலிருந்து வரும் பல்வேறு விதமான ஒலிகளைக் கேட்டு வாங்கிக் கொள்கிறது. பயிற்சி மிக்க கப்பலோட்டி, பல்வேறு விதமான ஒலிகளை வைத்து இலக்கு வைத்துள்ள கப்பல் எவ்வகையைச் சேர்ந்தது என்றும், அதன் வேகம் எத்தகையது என்றும் உறுதி செய்துவிடுவார்.

போர்க்கருவி. இரண்டாம் உலகப்போர் வரை பெரும்பான்மையான நீர்மூழ்கிக்கப்பல்கள் மேற்தளத் துப்பாக்கிகளையே கொண்டிருந்தன. இன்றும், சில நீர்மூழ்கிக்கப்பல்கள் இத்தகைய துப்பாக்கிகளையே கருவிகளாகக் கொண்டிருக்கின்றன. அனைத்து நீர்மூழ்கிக்கப்பல்களும் தற்போது டார்ப்பிடோவைக் கொண்டுள்ளன. இவை மற்றக் கப்பல்களுக்கு எதிராகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அமெரிக்கக் கப்பற்படையில் உள்ள நீர்மூழ்கிக் கப்பல்கள் 6-10 டார்ப்பிடோக்களைக் கொண்டுள்ளன. டார்ப்பிடோக்களோடு கூடச் சில நீர்மூழ்கிக்கப்பல்கள் ஏவுகணைகளைக் கொண்டுள்ளன.

நீருக்குள்ளிலிருந்து நீருக்குள் இருக்கும் கப்பலைத் தாக்கும் ஏவுகணைகள் உள்ளன. நீர்மூழ்கிக்கப்பல் நீருக்குள்ளிருக்கும்போது ஏவுகணைகள் நீரிலிருந்து புறப்பட்டுக் காற்றில் பறந்து மீண்டும் நீருக்குள் புகுந்து டார்ப்பிடோ போன்று எதிரிநாட்டு நீர்மூழ்கிக்கப்பலைத் தாக்கி அழிக்கும். பீரங்கி ஏவுகணைகளைப் பயன்படுத்தும் நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களும் உள்ளன.

நீர்மூழ்கிக் கப்பலுக்கு எதிரான போர். நீர்மூழ்கிக்கப்பலுக்கு எதிரான போர் என்பது கப்பற்படையின் ஒரு பிரிவாகும். இப்பிரிவு எதிரி நாட்டு நீர்மூழ்கிக்கப்பலை அழிப்பதற்காகச் செயல்படுகிறது. மேலும், இப்பிரிவு எதிரி நாட்டு நீர்மூழ்கிக்கப்பலைக் கண்டுபிடித்துத் தாக்கி அழிப்பதோடு, சில பாதுகாப்பான நடவடிக்கைகளையும் மேற்கொள்கிறது. இப்போர் இரண்டு உலகப் போர்களிலும் அதிக முக்கியத்துவம் பெற்றிருந்தது. மேலும், அணு ஆற்றல் நீர்மூழ்கிக்கப்பல் அணு ஆற்றல் ஏவுகணைகளைக் கொண்டதாக முன்னேற்றம் அடைந்ததும் குறிப்பிடத்தக்கது.

கப்பற்படையில் உள்ள பல்வேறு விதமான கப்பல், வானூர்தித் தாங்கிக் கப்பல் ஆகியவற்றில் உள்ள கருவிகள் எதிரிநாட்டுக் கப்பல்களைக் கண்டுபிடித்து மூழ்கடிக்கின்றன. ஆயினும் எதிரி நாட்டு நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களைக் கண்டுபிடித்து அழிப்பதில் மிகத் திறனுள்ள எதிரியாகச் செயல்படுவது இன்னொரு நீர்மூழ்கிக்கப்பலேயாகும். இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பின் வேட்டையாடி அழிக்கும் நீர்மூழ்கிக்கப்பல்கள் வளர்ச்சி அடைந்துள்ளன. இவ்வகை நீர்மூழ்கிக்கப்பல்கள் எதிரி நாட்டு நீர்மூழ்கிக்கப்பல்களைக் கண்டுபிடித்து அவற்றை அழிப்பதை ஒரே நோக்கமாகக் கொண்டு வடிவமைக்கப்பட்டிருந்தன.

ராடார் கருவி. நீரின் மேற்பரப்பில் தொலைவிலிருக்கும் கப்பல்களைத் துப்பறிய ராடார் கருவி பயனாகும். ஆனால் நீருக்குள் மூழ்கியிருக்கும் நீர்மூழ்கிக்கப்பல்களைக் கண்டுபிடிக்க இக்கருவியால் இயலாது. ஏனெனில், ராடார் கருவியில் மின்காந்த அலைகள் பயன்படுகின்றன. இவ்வலைகள் நீரைத் துளைத்து உள்ளே செல்ல இயலாத காரணத்தினால் நீர்மூழ்கிக்கப்பல்களைக் கண்டுபிடிக்க முடிவதில்லை.

டார்ப்பிடோ. டார்ப்பிடோ என்பது நீரின் மேற்பரப்பிலிருக்கும் கப்பல்களை அழிப்பதற்காகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதைத் தொடர்ந்து நீர்மூழ்கிக்கப்பலுக்கு எதிரான வலிமைவாய்ந்த கருவியாக இது உருவாக்கப்பட்டது. டார்ப்பிடோ, விமானத்திலிருந்தும், நீரின் மேற்பரப்புக் கப்பலிலிருந்தும், நீர்மூழ்கிக் கப்பலிலிருந்தும் எதிரிக் கலத்தை நோக்கித் தாக்கத் தொடங்கும் ஆற்றலுடையது. காண்க: டார்ப்பிடோ.

உலகப் போர்களில் நீர்மூழ்கியின் பங்கு. முதல், இரண்டாம் உலகப் போரின்போது அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் அச்சுறுத்தும் போர்க்களமாகத் திகழ்ந்தது எனலாம். இறுதி வெற்றிக்காக ஜெர்மனியும், நட்பு நாடுகளும் இக்கடலில்தான் போராடின. ஜெர்மன் யூ படகுகள் (நீர்மூழ்கிக்கப்பல்கள்) இக்கடலில் பிரிட்டிஷ் வணிகக் கப்பல்களை அழித்துக் கடலின் அடிக்குத் தள்ளின. நட்புநாடுகளின் தரைப்போர்கள் நடத்துவதற்குத் தேவையான உணவுத் தானியங்கள் அனைத்தும், கப்பல்கள் மூலமாக இக்கடல் வழியாகவே செல்ல வேண்டும். இவ்வாறு தரைப்போருக்குத் தேவையானவற்றை ஏற்றி வந்த நட்புநாடுகளின் வணிகக் கப்பல்களை மடக்கி அழித்து, எதிரியின் போராடும் ஆற்றலைக் குறைத்தன. பொதுவாக, பிரிட்டன் ஒரு தீவாக அமைந்துள்ளமையால் வாழ்க்கைக்கு அது கடலையே நம்பியிருக்க வேண்டும். ஜெர்மன் யூ படகுகள், அட்லாண்டிக் பெருங்கடலில் பிரிட்டனுக்கு வேண்டிய மூலப் பொருள்கள், உணவுப் பொருள்கள், எண்ணெய் ஆகியவற்றை ஏற்றி வந்த வணிகக் கப்பல்களைத் தாக்கி அழித்துப் பிரிட்டனின் வணிகத் தொடர்பையும் அறுத்துப் பொருளாதாரச் சீர்குலைவை ஏற்படுத்தின. ஜெர்மன் யூ படகுகளின் தாக்குதல்களையும், கடல் முற்றுகையையும் பிரிட்டன் இரண்டாம் முறையாகச் சந்திக்க நேரிட்டது.

முதல் உலகப்போரில், 1916 ஆம் ஆண்டிலும், 1917ஆம் ஆண்டிலும் ஜெர்மனி நடத்திய யூ படகுகளின் போரினால், பிரிட்டன் அனைத்துத் துறைமுகங்களின் கடல் தொடர்பைத் துண்டித்து விட்டிருந்தது. மேலும் 1917ஆம் ஆண்டின் இறுதிகுள்ளாக யூ படகுகள் 2520

வணிகக் கப்பல்களைக் கவிழ்த்து, கடலடிக்கு அனுப்பின. இதனால் பிரிட்டன் பட்டினியால் வாடும் நிலை உருவானது.

அணு ஆற்றல் நீர்மூழ்கிக் கப்பல்கள். அமெரிக்கக் கப்பற்படையில் ஹைமன் ஜி. ரிக்வர் என்பார் தலைமையில் அமைந்த குழுவினர் அணு ஆற்றல் நீர்மூழ்கிக்கப்பலை உருவாக்கினார். உலகத்தின் முதல் அணு ஆற்றல் நீர்மூழ்கிக்கப்பல் நாட்டிலஸ் 1954இல் கடலில் இறக்கப்பட்டது. இதைத் தொடர்ந்து கடல் ஓநாய் (sea wolf) 1955இல் கடலில் இறக்கப்பட்டது.

1958இல் ரோந்து சுற்றும் திறமையுள்ள அணு ஆற்றல் நீர்மூழ்கியான நாட்டிலஸ் வட முனையை நோக்கிப் பயணம் செய்தது. மேலும், டிரீடன் என்னும் நீர்மூழ்கிக்கப்பல் 1966இல் உலகம் முழுவதும் பயணம் செய்து காட்டியது.

ஏவுகணை பொருத்தப்பட்ட அணு ஆற்றல் நீர்மூழ்கிக் கப்பலில் ஜார்ஜ் வாஷிங்டன் 1960இல் தம் கடல் பணியை மேற்கொண்டார். 1970இல் 40 ஏவுகணைகள் பொருத்தப்பட்ட அணு ஆற்றல் நீர்மூழ்கிக்கப்பல்கள் அமெரிக்காவிடம் இருந்தன. பிரிட்டனும், ரஷ்யாவும் அணு ஆற்றல் நீர்மூழ்கிக்கப்பல்களையும் ஏவுகணை பொருத்தப்பட்ட நீர்மூழ்கிக்கப்பல்களையும் உருவாக்கின.

இந்தியக் கடற்படை நீர்மூழ்கிக் கப்பல்கள். இந்தியக் கடற்படையின் ஒரு முக்கியமான நீர்மூழ்கிக் கப்பல் ஐ.என்.எஸ். கல்வரி என்பதாகும். இதன் நீளம் 90மீ; 1000மீ ஆழம் வரை செல்லும் ஆற்றல் பெற்றது. 1971ஆம் ஆண்டில் பாகிஸ்தானுடன் நடைபெற்ற போரின்போது, கடலுக்கடியில் 30 நாள்கள் இருந்து, எதிரிக் கப்பல்களின் நடமாட்டத்தைக் கண்காணித்துப் போரில் வெற்றி பெற இந்நீர்மூழ்கிக்கப்பல் உதவியது.

இந்தியக் கடற்படையில் உள்ள பிறிதொரு முக்கியமான நீர்மூழ்கிக்கப்பல் ஐ.என்.எஸ்.கரஞ்ஜ் ஆகும். சோவியத் நாட்டில் கட்டப்பட்ட இது ஆற்றல் மிகுந்த போர்க்கருவிகளைப் பெற்றுள்ளது. சுரங்க வெடிகளை வைக்கும் திறன் உடையது. மறைபுறநோக்கி, ராடார், ஒலிக்கருவி (sonar) போன்ற கருவிகள் இதில் உள்ளன. இது நீருக்குள் மூழ்கியிருக்கும்போது 60கி.மீ தொலைவில் நீருக்கு மேல் உள்ள கப்பலை அடையாளங் கண்டுபிடிக்கும் ஆற்றல் பெற்றது. மேலும் குர்சுரா, காண்டேரி போன்ற நீர்மூழ்கிக்கப்பல்களும் இந்தியக் கப்பற்படையில் உள்ளன.

இந்தியக் கப்பற்படையில் உள்ள ஐ.என்.எஸ். அம்பா என்னும் கப்பலை இந்தியக் கடற்படையில் உள்ள நீர்மூழ்கிக்கப்பல்களுக்குத் தாய்க் கப்பல் எனலாம். நீர்மூழ்கிகளில் ஏதேனும் பழுது ஏற்பட்டால் அதைச் சீராக்கவும், அவற்றுக்கு வேண்டிய ஆயுதங்களைத் தயாரித்துக் கொடுக்கவும் இக்கப்பல் பயனாகும். போர்க்காலங்களில் நீர்மூழ்கிகளைப் பாதுகாத்து அவற்றிற்குத் தேவையான ஆயுதங்கள், டார்ப்பிடோக்கள் முதலியவற்றை இந்த நவீன வசதியுடைய தாய்க்கப்பல் வழங்கிவருகிறது. 1971ஆம் ஆண்டு பாகிஸ்தானுடன் நடைபெற்ற போரில் இக்கப்பல் அருந்தொண்டாற்றி உள்ளது. மேலும், நீர்மூழ்கிக்கப்பல்களில் பணிபுரியும் கடற்படை வீரர்களுக்குப் பலவகையான பயிற்சியையும் இக்கப்பல் அளிக்கிறது. இக்கப்பலை நீர்மூழ்கிகளின் கிடங்கு என்றும் குறிப்பர்.

இந்தியக் கப்பற்படையில் உள்ள மற்றொரு நீர்மூழ்கி ஐ.என்.எஸ். அந்தமான் ஆகும். இது 1974இல் சோவியத் நாட்டிலிருந்து வாங்கப்பட்டது. இக்கப்பல் எதிரிப்படையின் நீர்மூழ்கிக்கப்பல்களைக் கண்டறிந்து அவற்றைத் தாக்குவதற்காகவே சிறப்பான முறையில் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. மிக வேகமாகச் சென்று நீர்மூழ்கிகளைத் தாக்கும் ஆற்றலும், கடலில் நீண்ட நாள்கள் தொடர்ந்து பணிபுரியும் திறனும் கொண்டது.

விமானங்களைச் சுட்டு வீழ்த்தும் பீரங்கிகளும் இக்கப்பலில் உள்ளன. இப்பீரங்கிகள் கணிப்பொறியால் இயக்கப்படுகின்றன. கப்பலின் கீழ்த்தளத்தில் இருந்தபடியே மேல் தளத்தில் உள்ள இப்பீரங்கிகளை இயக்க முடியும். பீரங்கிகள் சுற்றிச் சுழன்றும் உயர்ந்தும் தாழ்ந்தும் குறி தவறாமல் சுடும். வானில் பறக்கும் விமானங்கள் மட்டுமல்லாமல் கடலிலோ, கரையிலோ உள்ள எதிரிக் கப்பல்களையும் இப்பீரங்கியினால் சுட முடியும். இக்கப்பலில் ராடார் கருவி பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

பயன். அனைத்து வகை நீர்மூழ்கிக்கப்பல்களும், எதிரிநாட்டுக் கப்பல்களையும் நீர்மூழ்கிக்கப்பல்களையும் தாக்கி நீரில் மூழ்கடிக்கப் பயன்படுகின்றன. தாக்கி அழிக்கும் திறப்பு வகை நீர்மூழ்கிக்கப்பலை, வேட்டையாடி அழிக்கும் கப்பல் என்பதுண்டு. இவ்வகைக் கப்பல்கள் மற்ற நீர்மூழ்கிகளைத் தாக்கி அழிக்கும் வண்ணம் வலிமையுடன் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன.

ஏவுகணைகள் பொருத்திய நீர்மூழ்கிக்கப்பல்கள் கடற்போரில் மிக்க வலிமையுடன் திகழ்கின்றன. இவ்வகைக் கப்பல்கள் மற்றக் கப்பல்களை விட எதிரிநாட்டுக் கடற்கலங்களை அழிப்பதில் சிறந்து விளங்குகின்றன.

ஆற்றலுடன் கூடிய ஏவுகணைகளைக் கொண்ட நீர்மூழ்கிக்கப்பல்கள் பல கி.மீட்டருக்கு அப்பால் இருக்கக்கூடிய கப்பல்களை அச்சுறுத்தி விரட்டவும், அழிக்கவும் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

- செ. மரியசூசைநாதன்

நீர் மூழ்குதல்

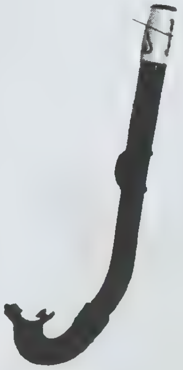
கடலில் ஆழமான பகுதிக்குச் சென்று சில பணிகளைச் செய்து திரும்புவதை நீர்மூழ்குதல் எனப்படும். கடலில் தவறி விழுந்த பொருள்களைத் தேடிக் கண்டுபிடித்தல், கப்பலின் அடியில் தூய்மை செய்தல், பழுது நீக்கல், கடலடியில் எண்ணெய் எடுக்கப் பயன்படும் எந்திரங்களின் உறுப்புகளைக் கடலினுள்ளேயே பழுது நீக்கல் மற்றும் பேணல், கடல் வாழ் உயிரிகள் பற்றி ஆய்வு செய்தல், மூழ்கிய இன்றைய, பண்டைய கப்பல்களை வெளிக் கொணர்தல், கடற்போர்களில் எதிரிக் கப்பலுக்கு குண்டு வைப்பது போன்ற எண்ணற்ற பணிகளை நீர் மூழ்குதலினால் செய்ய இயலும். இதற்கு நீர் மூழ்குபவர், மூச்சை அடைத்துச் செல்லுதல், மூச்சுக் கருவிகள் கொண்டு செல்லுதல், நிலக் காற்று அழுத்த நீர் மூழ்கு உடைகள் அணிந்து செல்லுதல், நிலக்காற்று அழுத்த நீர் மூழ்கிகளில் செல்லுதல் போன்ற வழிகளை மேற்கொள்ளலாம்.

மூச்சை அடைத்துச் செல்லுதல் அல்லது கட்டு நீங்கி நீந்துதல். இம்முறையில் நீர் மூழ்குபவர் ஒரு குட்டையான மூச்சுக்குழல், முகமூடிக் கண்ணாடி, கால் துடுப்பு ஆகியவற்றை அணிந்து கடலின் மேற்பரப்பில் நீந்துவார். அப்போது மூச்சுக்குழலின் ஒரு பகுதி வாயிலும் மறுபகுதி நீர் மட்டத்திற்கு மேலும் இருக்கும். நீரில் முகத்தைக் கவிழ்த்துத் தரையை நோக்கியவாறு கடல் மேற்பரப்பில் தேவையான நேரம் நீந்த முடியும். தேவையேற்படும்போது மூச்சை அடக்கிக் கீழே சென்று பணிபுரிந்த பின் மேற்பரப்பிற்கு வந்து மீண்டும் நீந்த இயலும். இம்முறை, மிக ஆழமற்ற பகுதியில் சங்கு குளிக்கவும், கடல் உயிரியல் ஆய்வு செய்யவும் பயன்படுகிறது. மூச்சை அடைத்துச் செல்லும்போது சில நிமிடங்களே நீர் மூழ்க இயலும். எனவே, பொதுவாக 20 மீ. ஆழத்திற்கு மேல் செல்ல இயலாது.

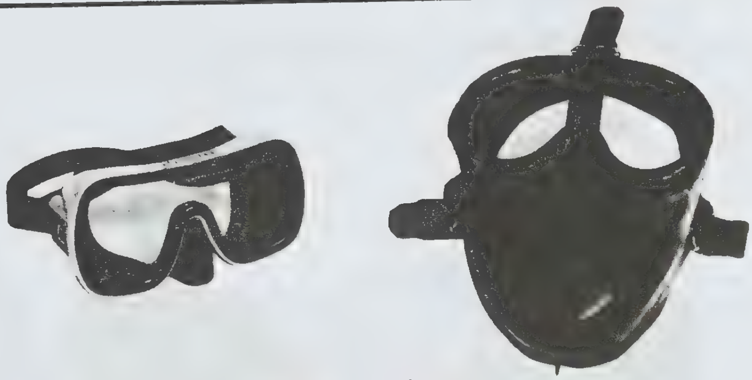
மூச்சுக் கருவிகள் கொண்டு சம அழுத்த நீர் மூழ்குதல். நீர் மூழ்குபவர் மூச்சுக் கருவிகள் துணைகொண்டு ஏறத்தாழ 300மீ. ஆழம் வரை செல்ல இயலும். ஆனால் பொதுவாக 90மீ. ஆழத்திற்குமேல் நீர் மூழ்குவதில்லை. இம்முறை நீர் மூழ்குதலில் நீர் மூழ்குபவர், செல்லும் ஆழத்திற்கேற்ற அழுத்தம் பெறுவார். ஆகையால் விபத்தின்றிச் செல்ல நீரின் அழுத்தத்திற்கேற்ற மூச்சுக்காற்றை அவர் உட்கொள்ள வேண்டும். மேலும் ஆர்கிமிடிஸ் கோட்பாட்டின்படி நீரில் இருக்கும்போது ஒருவர் அவர் எடைக்கேற்றாற்போல் உயர், சம, குறை மேலுந்து விசையைப் பெறுகிறார். நீர் மூழ்குபவர் ஆபத்தின்றிப் பணியை மேற்கொள்ளச் சம மேலுந்து விசையைப் பெற வேண்டும். ஆகையால் உயர்மேலுந்து விசையைப் பெறுபவர் உலோக எடைகளை இடுப்பில் கட்டியும், குறை மேலுந்து விசை உள்ளவர் சரியான பருமனுக்குக் காற்றடைக்கப்பட்ட உடை அல்லது சமநிலைப்படுத்தும் கழுத்துப் பை அணிந்தும் செல்வார். இவ்வுடைகளுக்குக் காற்றடிக்கச் சிறிய உலோக உருளைகளில் அமுக்கம் செய்யப்பட்ட காற்றை நீர் மூழ்குபவர் சுமந்து செல்வார்.

கருவிகளின் வகைப்படி இவ்வகை நீர் மூழ்குதலை நிலையான நீர் மூழ்குதல், மேலிருந்து மூச்சுக்காற்றுப் பெற்று நீர் மூழ்குதல், அமுக்கம் செய்யப்பட்ட மூச்சுக்காற்றை இரும்பு உருளைகளில் சுமந்து கார்பன் நீர்மூழ்குதல் எனப் பகுக்கலாம்.

நிலையான நீர் மூழ்குதல். இம்முறையில் மேலுந்து விசையைச் சமநிலைக்குக் கொண்டுவரும் உலர் உடையை (dry suit) அணிந்திருப்பர். காலில் காலணியும், உலோகத் தலைக்கவசமும் காணப்படும். தலைக்கவசத்தின் முகப்பகுதியில் உயர்வான நெகிழி இழையிலான கண்ணாடியும் மூச்சுக்குழலின் வாய்ப்பகுதியும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அவசரத் தேவைக்காகச் சிறிய புட்டிகளில் அழுத்தம் செய்யப்பட்ட மூச்சுக் காற்று உடையுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். சரியான அழுத்தத்தில் தேவையான மூச்சுக்காற்று உலோகம் மற்றும் ரப்பரிலான குழாய் வழியாகத் தலைக் கவசத்தில் இருக்கும் வாய்ப்பகுதிக்கு அனுப்பப்படும். ஆழம் மற்றும் பணி நேரத்திற்கு ஏற்றாற்போல் ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன் அல்லது ஹீலியம் வளிமக்கலவை அனுப்பப்படும், இம்முறையில் சுவாசிக்கப்பட்ட மூச்சுக்காற்று நீரில் வெளியேற்றப்படும். சில தலைக்கவசங்களின் வாய்ப்பகுதியில் மேலிருப்பவருடன் தொடர்பு கொள்ளத் தொலைபேசி வசதியும் செய்யப்பட்டிருக்கும். இவ்வாறன்றி மூச்சுக்காற்று வரும் ரப்பர் குழாய்களையே மேலும் கீழும் ஆட்டிச் செய்தி அனுப்புவர். காற்றுத் தட்டுப்பாடு அல்லது ஆபத்தை நீர் மூழ்குபவர் உணர்ந்தால், மேலிருந்து வரும் மூச்சுக் குழியைத் துண்டித்துவிட்டு அவசர மூச்சுக் குப்பிகளிலிருந்து வரும் காற்றை உட்கொண்டு மேலே வர இயலும்.



மூச்சுக்குழல்



முகமூடிக் கண்ணாடி

துடுப்புகள்

காலணிகள்

உலர்ந்த உடைகள்

நீரில் நனையும் உடைகள்

உருளைகள்

அழுத்தக்கட்டுப்பாட்டுக் கருவி

மேலுந்துவிசையைச் சமப்படுத்தும் கழுத்தணி

அழுத்த அளவி

காற்றழுத்த உருளை

மேலிருந்து மூச்சுக்காற்றுப் பெற்று நீர்மூழ்குதல். இம்முறையிலும் நிலையான நீர் மூழ்குதலைப்போல் மேலிருந்து அமுக்கம் செய்யப்பட்ட மூச்சுக் காற்று படகிலிருந்து அனுப்பப்படும். ஆனால், உலோகத் தலைக்கவசத்திற்குப் பதிலாக ரப்பரில் பொருத்தப்பட்ட நீர் மூழ்கு முகமூடிக் கண்ணாடியை அணிவர். காலில் பணியின் வசதிக்கேற்றவாறு துடுப்பு அல்லது காலணிகளை அணிவர். அமுக்கம் செய்யப்பட்ட நிலக்காற்று மட்டுமே சுவாசிக்கப்படும். இது ஏறக்குறைய 60மீ. ஆழம் வரை செல்லப் பயன்படும். இதற்காக நீரில் நனையும் அல்லது நனையா உடைகளைப் பயன்படுத்தலாம். நீரில் நனையா உடைகள் பொதுவாக ரப்பரில் செய்யப்பட்டிருக்கும். அவசரத் தேவைக்கான மூச்சுக்காற்று சிறிய புட்டிகளில் அமுக்கம் செய்யப்பட்டு உடையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

அமுக்கம் செய்யப்பட்ட மூச்சுக்காற்றை உலோக உருளைகளில் சுமந்து நீர் மூழ்குதல். இம்முறையில் நீர் மூழ்குபவர் தேவையான மூச்சுக் காற்றை உலோக உருளைகளில் அடைத்து முதுகில் சுமந்து செல்வார். ஆகையால் குறைந்த நேரமே நீர் மூழ்க இயலும். பொதுவாக 10மீ. ஆழத்தில் 1 மணி நேரமும், 30மீ. ஆழத்தில் 20 நிமிடங்களுமே இருக்க இயலும். இம்முறையில் நீர் மூழ்குபவர் எந்தவிதக் கட்டுப்பாடின்றியும் கடலில் நீந்த முடியும். மூழ்குபவர் நீரில் நனையும் அல்லது நனையா உடைகளையும், கால் துடுப்பு மற்றும் முதுகுக் கண்ணாடியையும் அணிந்து செல்வார். உலோக உருளைகளிலிருந்து அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவியின் துணையுடன் குழாய் வழியாக மூச்சுக் காற்று வாய்ப்பகுதிக்கு அனுப்பப்படும். இம்முறையில் அழுத்தம் செய்யப்பட்டது நிலக்காற்றாய் இருந்தால் சுவாசித்த பின் வெளியேற்றப்படும். தூய்மையான உயிர்க் காற்றாய் (O_2) இருந்தால் மீண்டும் உறிஞ்சிகளின் வழியாக அனுப்பப்பட்டுச் சுற்றுக்கு அனுப்பப்படும். இம்முறையில் நெடுநேரம் ஒருவர் நீர்மூழ்க இயலும். ஆனால் உடலின் திசுக்களில் வளிமம் கலந்து ஆபத்தை விளைவிக்கக்கூடும். தேவையான வளிம நீக்கம் செய்யத் தகுந்த ஆழத்தில் நீர் மூழ்குபவர் தங்க வேண்டும்.

சம அழுத்த நீர் மூழ்கு கருவிகள்

கால் துடுப்பு. இது தரம் வாய்ந்த ரப்பர் அல்லது நெகிழியாலானது. நீர் மூழ்குபவர் இடமாற்றம் செய்யக் கால் துடுப்பை மேலும் கீழும் தள்ள வேண்டும். இத்துடுப்பின்றி நீர் மூழ்குபவரால் எளிதாக இடமாற்றம் செய்ய இயலாது; மேலும் மேற்பரப்பில் வெறும் கால்களால் மிதக்க இயலாது.

காலணி. கட்டுள்ள நிலையில் நீர்மூழ்குபவர் ரப்பராலான இதை அணிவது வழக்கம். கடல் அடி நிலப்பகுதியில் நடந்து சென்று செய்யும் பணிகளுக்கும் பயன்படுத்துவர். நிலையான நீர்மூழ்கு முறைக்கும் இக்காலணி பயன்படும்.

உடை. இதில் நீரில் நனையும் உடை, உலர்ந்த உடை என இருவகை உண்டு. இவ்வுடை நீர் மூழ்குபவரின் பாதப்பகுதியிலிருந்து கழுத்து வரை ஒன்று அல்லது இரு பிரிவுகளாகச் செய்யப்பட்டிருக்கும். நீரில் நனையும் உடை துணி அல்லது பஞ்சால் செய்யப்பட்டிருக்கும். உலர்ந்த உடை ரப்பரினால் செய்யப்பட்டிருக்கும். நீண்ட நேரம் குளிர் பகுதியில் நீர் மூழ்கும்போது உடையின் அடிப்பகுதி எப்போதும் வெப்பமாக இருக்க வேண்டும். இதற்கென முதுகில் கட்டி எடுத்துச் செல்லப்படும் மின் வெப்பக் கருவியினால் நீர் சூடேற்றப்பட்டு உடையின் அடிப்பகுதியில் சுற்றுக்கு விடப்படும். மேலுந்துவிசையைச் சமப்படுத்த இவ்வுடையில் தனியே காற்று நுழையும் வசதி உண்டு. இந்த அறையில் அழுத்தம் செய்யப்பட்ட சிறிய குப்பிகளில் இருக்கும் காற்று உள்ளே அனுப்பப்பட்டு மேலுந்துவிசை சமப்படுத்தப்படுகிறது.

தலைக்கவசம். செம்பு மற்றும் உலோகக் கலவையினால் ஆன இதன் முகப்பகுதி அழுத்தம் தாங்கும் உயர் வகை நெகிழி இழை கொண்ட கண்ணாடியிலானது. மூச்சுக்குழலுடன் இணைக்கப்பட்ட வாய்ப்பகுதி பற்களால் கடித்துக் கொள்ள ஏற்றதாயிருக்கும். இவ்வகைத் தலைக்கவசம், நிலையான நீர் மூழ்குதல் அல்லது மேலிருந்து மூச்சுக்காற்றுப் பெற்று நீர் மூழ்குதலுக்குப் பயன்படும். பொதுவாக இது அழுத்தமிகு ஆழமான பகுதியில் நீர் மூழ்கும்போது பயன்படுகிறது. தலைக்கவசத்தில் மேல் மட்டத்தில் உள்ளவருடன் பேச, கேட்க ஏற்றவாறு தொலைபேசி அமைப்புகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

முகமூடிக் கண்ணாடி. இது மேலிருந்து மூச்சுக்காற்றுப் பெற்று மூழ்குதல் மற்றும் மூச்சுக்காற்று உருளைகளில் அமிழ்ந்து சென்று நீர் மூழ்குதலுக்குப் பயன்படும். கண்ணாடி அல்லது உயர் வகை நெகிழி இழையினாலான இதன் விளிம்புகள் ரப்பரில் செய்யப்பட்டிருக்கும். நீர் மூழ்குபவரின் தலையின் பின் பகுதி ரப்பர் வாரினால் கட்டப்பட்டிருக்கும். மூக்குப் பகுதியில் மூக்கை அடைக்கும் வகையில்

செய்யப்பட்டிருக்கும் முகமூடிக் கண்ணாடியில் இருவகை உண்டு. அவை வாய்ப் பகுதியோடு கூடிய முகமூடி அல்லது வாய்ப் பகுதி இராத முகமூடி என்பன.

உருளை. இது உயர் அழுத்தம் தாங்கும் உலோகத்தினாலானது. இந்த உருளையில் காற்று அல்லது உயிர்க்காற்று மிகு அழுத்தத்தில் அமுக்கப்பட்டிருக்கும். உருளையின் வாய்ப்பகுதியில் அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவி இணைக்கப்பட்டிருக்கும். உருளையின் கொள்ளளவு உருளையில் அடைக்கப்பட்டிருக்கும் மூச்சுக் காற்றின் அழுத்தம், நீர்மூழ்கும் ஆழம் இவற்றைப் பொறுத்து நீர் மூழ்கும் நேரம் வேறுபடும். ஒன்று அல்லது இரண்டு உருளைகள் ஒரே சமயத்தில் சுமந்து செல்லப்படும். சுவாசிக்கப்படும் காற்று உடன் வெளியேற்றப்பட்டால், 10மீ. ஆழத்தில் ஏறத்தாழ 1½ மணி நேரமே தங்க இயலும். சுவாசிக்கப்பட்ட வளிமக்கலவை சுற்றுக்கு விடப்பட்டால் நீண்ட நேரம் நீர் மூழ்க இயலும். பொதுவாக 3 மணி நேரத்திற்குமேல் இவ்வுருளைகளைச் சுமந்து செல்லும் முறையில் நீர் மூழ்கப்படுவதில்லை. ஏறக்குறைய 500மி.லி. கொள்ளவுள்ள சிறிய உருளைகளில் சுமந்து செல்லப்படும் காற்று உடைகளைப் பருக்கச் செய்து மேலுந்துவிசையைச் சமப்படுத்த உதவும்.

அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவி. இக்கருவி நீர் மூழ்குபவர் இருக்கும் ஆழத்தின் அழுத்தத்திற்கேற்ற மூச்சுக் காற்றை உருளையின் வாய்ப்பகுதி அல்லது வளிம அமுக்கக் கருவியிலிருந்து அனுப்பும். சமன்செய்யும் அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவியில் உருளையின் வாய்ப்பகுதியில் இருக்கும் நீரின் ஆழத்தத்திற் கேற்றாற்போல் சரியான அழுத்தக் காற்றை அனுப்ப ஏதுவான அமைப்பு இருக்கும். சமன் செய்யாக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவியில் நீர் மூழ்குபவரே தேவையான அளவிற்குக் கருவியில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் தடுக்கிதழைச் (valve) சரிசெய்து கொள்ள வேண்டும். நிலையான நீர்மூழ்கு முறை மற்றும் மேலிருந்து மூச்சுக்காற்றுப் பெற்று நீர்மூழ்கு முறையில் படகிலிருப்பவர் நீர் மூழ்குபவர் செல்லும் ஆழத்திற்கேற்ப அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவியைச் சரி செய்வார்.

வாய்ப்பகுதி. நீர் மூழ்குபவர் பல்லிடுக்குகளில் பிடித்துச் சுவாசக் காற்றை உறிஞ்சக்கூடிய வகையில் இது அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இதன் அடுத்த முனை சுவாசக்குழலுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ரப்பரிலான இவ்வாய்ப்பகுதியை முகமூடிகளிலேயே பொருத்திக் கொள்ளலாம்.

அழுத்தம் காட்டி. உருளையில் உள்ள காற்றின் அழுத்தத்தைக் காட்டும் இக்கருவியின் ஒரு முனை உருளையின் வாய்ப்பகுதியில் இருக்கும். இதனால் நீர் மூழ்குபவர் உருளையில் உள்ள காற்றின் அழுத்தத்தைத் தெரிந்து கொள்ள இயலும். அழுத்தம் குறைவதைக் காட்டும்போது அவர் உடனே மேற்பரப்பிற்கு வரவேண்டும்.

காற்று அமுக்கி. இது காற்று அல்லது வளிமக் கலவையை உயர் அழுத்தத்திற்கு உருளைகளில் அமுக்கம் செய்யப் பயன்படும். சில நேரங்களில் நேரடியாக இவ்வமுக்கியிலிருந்து நீர் மூழ்குபவருக்கு அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவி வழியாகக் காற்று அனுப்பப்படும்.

அமுக்க நீக்க கூடாரம். இது நீர் மூழ்குபவர், உடல் அமுக்க நீக்கம் செய்யப் பயன்படும் கூடாரமாகும். அழுத்தத்தில் நீர் மூழ்குபவர் பணிபுரியும்போது குருதியில் வளிமங்கள் கரைகின்றன. உடனடியாக அவர் மேலே வரும்போது வளிமக் குமிழ்கள் அழுத்தக் குறைவின் காரணமாக மிகுந்து, குருதி ஓட்டத்தை நிறுத்திவிடும். அவை உடலிலிருந்து வெளியேற, விதிகளுக்கேற்பக் குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் தங்கி அமுக்க நீக்கம் செய்ய வேண்டும். நீரினுள் நீண்ட நேரம் நீர் மூழ்குவதால் தங்க இயலாத நிலையில், கடல் மேல்மட்டத்திற்கு வந்தபின் இத்தகைய கூடாரங்களில் அடைக்கப்படுவார். பின் நீர் மூழ்குபவர் தங்க வேண்டிய ஆழத்திற்கான அழுத்தத்தை ஏற்படுத்துவர். இக்கூடாரங்கள் மிகு அழுத்தத்தைத் தாங்கக்கூடியவை. உருவ அளவின்படி இக்கூடாரங்களில் இருவர் அல்லது மேற்பட்டவர் தங்க இயலும்.

நீர் மூழ்கு மணி. நீர் மூழ்குதலுக்குப் பயன்படும் ஒலி எழுப்பும் மணியைப் போன்ற அமைப்புள்ள கருவியை நீர் மூழ்கு மணி எனலாம். இதன் அடிப்பகுதி திறந்திருக்கும். 2-3 மீ. விட்டமும், 3-4மீ. உயரமும் கொண்டிருக்கும். நீர் மூழ்கப் பயன்படும் கப்பலிலிருந்து இத்தகைய மணி செங்குத்தாகக் கடலினுள் இறக்கப்படும். நீரின் ஆழம் அதிகரிக்கும்போது மணியின் உட்பகுதியில் உள்ள காற்றின் கொள்ளளவு குறைந்து கொண்டேபோகும். 10மீ. ஆழத்தில் உண்மைக் கொள்ளளவில் பாதியாகவும், 20மீ. ஆழத்தில் உண்மைக் கொள்ளளவில் மூன்றில் ஒரு பாதியாகவும் மாறும். இம்மணியின் உட்பகுதி நீர்மூழ்குபவர் சென்று தங்க வசதியாக இருக்கும். கடலில் பணிபுரியும் இடங்களில் சற்றே உயரமாக இம்மணி தொங்கவிடப்படும். நீர் மூழ்குபவர் பணி முடிந்த பின்னரோ ஓய்வு தேவைப்படும்

போதோ இதனுள் சென்று தங்க முடியும். அவர்களுக்குத் தேவையான உணவு மற்றும் பணிப் பொருள்களை வைத்துக் கொள்ள வசதியும் இருக்கும். இம்மணி சம அழுத்த நீர் மூழ்குதலுக்கு மட்டுமேயன்றி நிலக்காற்று அழுத்த நீர் மூழ்குதலுக்கும் பயன்படும். இவ்வகை நீர் மூழ்கி மணிகள் இரண்டு அறைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். நீர் மூழ்குபவர் சம அழுத்த அறையில் பணிபுரிந்த பின்னர் தேவையெனில் நிலக் காற்றழுத்த அறைக்குச் செல்ல வசதியான அமைப்புகள் இருக்கும்.

ஏனைய கருவிகள். நீர் மூழ்கும்போது தேவையான உயர் அழுத்தம் தாங்கும் கடிகாரம், கத்தி, பாட்டரி விளக்கு, ஆழம் காட்டி மற்றும் பணிப்பொருள்களையும் நீர் மூழ்குவோர் எடுத்துச் செல்வர்.

சம அழுத்த நீர் மூழ்குதலினால் ஏற்படும் உடலியல் இடர்கள். நீர் மூழ்குபவர் நீண்ட ஆழம் செல்லச்செல்ல அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. இதனால் உடலில் பெருமாற்றம் மற்றும் இடர்கள் ஏற்படுகின்றன.

அமுக்க நீக்க நோய். நீர் மூழ்குபவர் குறிப்பிட்ட நேரத்திற்கு மேல் நீரில் இருக்கும்போது உயர் அழுத்தத்தில் குருதியில் நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் போன்ற வளிமக் குமிழ்கள் கலக்கின்றன. அவர் உடனடியாக மேலே வரும்போது அழுத்தக் குறைவின் காரணமாகக் குமிழ்கள் பெரிதாக மூட்டுகளில் தங்கிக் குருதி ஓட்டத்தைத் தடை செய்யும். இதனால் வாத நோய் ஏற்படும். நீர் மூழ்குபவர் குறிப்பிட்ட காலம், குறிப்பிட்ட அளவு ஆழத்தில் தங்கினால் குருதியில் கலந்த வளிமக் குமிழ்கள் வெளியேறிவிடும். இம்முறையில் நீண்ட நேரம் நீர் மூழ்குபவர் நீரில் இருக்க இயலாதெனில் அவர் மேல்மட்டத்திற்கு வந்த பின்னர் உடனடியாக அமுக்க நீக்கக் கூடாரங்களில் அடைக்கப்பட்டுத் தேவையான அழுத்தம் உரிய காலம் வரை தரப்படும். அமுக்க நீக்க நேரங்கள் நீர் மூழ்கு வழிகாட்டிகளில் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும். இம்முறையைக் கையாளாவிடின் அமுக்க நீக்க நோயின் காரணமாய் நீர் மூழ்குபவர் வாத நோயால் வாட நேரிடும்.

நுரையீரல் முறுக்கம். நீர் மூழ்குபவர் கீழே செல்லும்போது அழுத்த அதிகரிப்பின் காரணமாய் நுரையீரலின் பருமன் குறையத் தொடங்கும். ஏறத்தாழ 80மீ. ஆழத்தில் அதன் கொள்ளளவு 1.5 லிட்டருக்குச் சுருக்கப்படும். மேலும் கீழும் செல்லும்போது அழுத்தம் காரணமாக நுரையீரல் முறுக்கப்படும். இதனைத் தவிர்க்க நீரின் அழுத்தத்திற்குச் சம அழுத்தக் காற்றை உட்கொள்ள வேண்டும். இதற்கு அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகள் துணை செய்யும்.

நுரையீரல் வெடித்தல். நீர் மூழ்குபவர் மிகு ஆழத்திலிருந்து மூச்சைப் பிடித்து மேலே வந்தால் அழுத்தக் குறைவின் காரணமாக நுரையீரலில் உள்ள காற்று விரிவடைந்து நுரையீரல் திசுக்களை அழிவுறச் செய்யும். மேலும் வளிமக் குமிழ்கள் குருதி ஓட்டத்தில் கலந்து இதயம் மூளை ஆகியவற்றைத் திறனிழக்கச் செய்யும். வளிமக்குமிழ்கள் மிகுதியாகக் குருதி ஓட்டத்தில் கலந்தால் நீர் மூழ்குபவர் மரணமடைய நேரிடும். எனவே நீர் மூழ்குபவர் மேலே வரும்போது காற்றை வெளியேற்றிக் கொண்டே வரவேண்டும்.

முகமுடிக் கண்ணாடி முறுக்கம். நீர் மூழ்குபவர் கீழே இறங்கும்போது முகத்திற்கும் கண்ணாடிக்கும் இடைப்பட்ட காற்றின் அழுத்தம் குறைவதால் முகமூடிக்கண்ணாடி முகத்தை நோக்கி அமுக்கப்படுகிறது. முகவீக்கம், கண் சிவத்தல் முதலியன இதனால் ஏற்படும். இதைத் தவிர்க்க நீர் மூழ்குபவர் வாயில் உட்கொள்ளும் அழுத்தக் காற்றை மூக்கின் வழி வெளியேற்றி, காற்றின் அழுத்தத்தைச் சரி செய்து கொள்ள வேண்டும்.

நைட்ரஜன் போதை. ஏறத்தாழ 30மீ. ஆழத்திற்கு மேல் நைட்ரஜன் போன்ற வளிமப் பொருள்கள் குருதியில் கலந்து மூளையை அடைகின்றன. இதனால் நீர் மூழ்குபவருக்குப் போதை ஏற்பட்டுச் சிந்தனை மழுங்குதல், விளையாட்டுப் பண்பு மிகுதல் ஆகியவற்றால் தம்மை மறந்துவிட வாய்ப்புண்டு. இந்நிலையில் அவர் உயிருக்குக் கேடு தரும் செயல்களையும் செய்யக்கூடும். படிப்படியாகப் பயிற்சி செய்தல் மூலம் இப்போதைத் தன்மையிலிருந்து விடுபட இயலும்.

மேற்கூறிய இடர் மட்டுமன்றி நீரின் ஆழம் அதிகரிக்கும்போது ஒளியின்மை, பொருள்கள் நிறம் மாறுதல், ஒளிச்சிதறல் காரணமாய் உருவங்கள் பெரிதாகத் தெரிதல், தொலைவு கணிப்பில் தவறு ஏற்படுதல், நீர் அழுத்தம் காரணமாய்ச் செவிப்பறையில் துளை ஏற்படுதல், குரல் நாண்கள் நசுக்கப்பட்டுக் குரல் மாறுதல், ஒலி அதிகரித்தல், திடீரென ஒலி ஏற்பட்டால் உடல் அதிர்ச்சி ஏற்படுதல், நீண்ட நேரம் நீர் மூழ்கும்போது உடல் வெப்பம் குறைதல் ஆகிய இடர்ப்பாடுகளை நீர் மூழ்குபவர் பெறுவதற்கு வாய்ப்புண்டு.

கார்பன் மோனாக்சைடு நச்சு. அமுக்கம் செய்யப்பட்ட மூச்சுக் காற்றில் கார்பன் மோனாக்சைடு போன்ற தொழிற்சாலை வளிமக் கழிவுகள் கலந்துவிடும் வாய்ப்பு உள்ளது. குறித்த அளவிற்குமேல் இதை நீர் மூழ்குபவர் சுவாசிக்கும்போது மயக்கமடைதல், நினைவு தவறுதல், நாவறண்டு போதல் ஆகியன ஏற்பட்டுத் தீமை விளையக்கூடும். ஆகையால் தூய பகுதிகளிலேயே வளிமங்கள் அமுக்கம் செய்யப்பட வேண்டும். தகுந்த கருவி கொண்டு மூச்சுக்காற்றை ஆய்வு செய்தபின் பயன்படுத்த வேண்டும்.

உயிர்க்காற்று நச்சு. நீர் மூழ்குபவர் சுவாசிக்கும் ஆக்சிஜனின் பகுதி அழுத்தம் 2 PSI க்கு அதிகரிக்கும்போது ஆக்சிஜன் நச்சாக மாறுகிறது. இந்நிலையில் மயக்கநிலை, நா வறண்டு போதல், கண் குருடாதல், நினைவாற்றல் குறைதல் ஆகியன ஏற்படக்கூடும். எனவே, நீர் மூழ்குபவரின் மூச்சுக்காற்றில் ஆக்சிஜனின் பகுதி அழுத்தம்2PSI க்கும் குறைவாக அமையுமாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

கார்பன் டைஆக்சைடு நச்சு. நீர் மூழ்குபவர் மிக மெதுவாகச் சுவாசிக்கும்போதும், மூச்சுக்காற்றில் குறைந்த அளவு கிட்டும்போதும், நீர்மூழ்கு பணி அதிகரிக்கும்போதும், அதிக அளவு மூச்சுக்காற்றுத் தேவைப்படும்போதும் கார்பன் டைஆக்சைடு நச்சாகிறது. அப்போது நீரில் இருக்கும்போதே வியர்த்தல், மூச்சடைப்பு, மயக்கம் ஆகியன ஏற்படக்கூடும். ஆகையால் நீர் மூழ்குபவர் மெல்ல, மெல்ல நன்றாக மூச்சை இழுத்துச் சுவாசிக்க வேண்டும். மேற்கூறிய வளிமங்களினால் தீமை ஏற்பட்டோருக்கு நீர்மூழ்குநர் வழிகாட்டிகளில் உள்ளவாறு மருத்துவம் அளிக்க வேண்டும்.

நிறைந்த நிலை அல்லது முழுமையான நீர் மூழ்குதல். நீர் மூழ்குபவர் அதிக ஆழத்தில் நீண்ட நேரம் பணிபுரியும்போது அவர் மேலே வருவதற்கான அமுக்க நீக்க நேரங்கள் அதிகரிக்கும். இந்நேரங்கள் வளிமக் குமிழ்கள் குருதியில் எந்த அளவு கலந்துள்ளன என்பதைப் பொறுத்தமையும். நீர் மூழ்குபவர் தொடர்ந்து பணிபுரியும்போது வளிமக்குமிழ்கள் குருதியில் கலக்கத் தொடங்குகின்றன. இச்செயல் முழுமையடைந்தபின் எவ்வளவு நேரம் நீர்மூழ்குபவர் கடலில் தங்கினாலும், இதற்கான அமுக்க நீக்க நேரம் ஒன்றேயாகும். இத்தகைய நீர் மூழ்குதல் தெவிட்டல் நீர்மூழ்குதல் (saturation diving) எனப்படும்.

பொதுவாக நீர் மூழ்குபவர் அமுக்க நீக்கக் கூடாரங்களில் தெவிட்டிய நிலைக்கு உட்படுத்தப்பட்டுப் பணி இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுவார். இம்முறை நீர்மூழ்குதலால் செலவு குறைவது மட்டுமன்றி விரைவாகப் பணியையும் மேற்கொள்ள இயலும்.

நீர்மூழ்கு உடைகள். கடலில் மூழ்குபவர் அணியும் உடை நீர்மூழ்கு உடை (diving suit) எனப்படும். இவ்வுடையைக் கீழ்ப்பகுதி, மார்புத்தகடு, தலைக்கூண்டு ஆகிய மூன்று பகுதிகளாக இணைக்க முடியும். பொதுவாகத் தலைக்கூண்டு செம்பு அல்லது பித்தளையில் வடிக்கப்படும். கண்ணாடி இழைகளால் உறுதி செய்யப்பட்ட நெகிழி கொண்டு லேசான தலைக்கூண்டுகளைச் செய்யலாம். நீரில் மூழ்குபவருக்கு மூச்சு எடுத்து விடுதற்கான காற்று கடல் மட்டத்திலுள்ள தாய்க்கப்பலிலிருந்து நுண்குழாய் மூலம் அனுப்பப்படும். இம்மூழ்கு முறையைக் கட்டப்பட்ட மூழ்குமுறை என்பர். மாறாக மூழ்குபவர் மூச்சு எடுத்துவிடும் காற்றை முதுகின்மேல் உருளைகளில் சுமந்து செல்லலாம். இம்மூழ்குமுறை ஸ்கூபா அல்லது கட்டு நீங்கிய மூழ்குமுறை எனப்படும்.

பிரான்ஸ் நாட்டைச் சார்ந்த காஸ்டோ, காக்னன் ஆகியோர் ஸ்கூபா மூழ்குமுறையை 1943ஆம் ஆண்டு கண்டறிந்தனர். ஸ்கூபா மூழ்குமுறை கட்டப்பட்ட மூழ்குமுறையைவிட மேம்பட்டது. ஏனெனில் இம்முறையில் நீர்மூழ்கு உடை வெளியுடை, ஸ்கூபா, மூச்சு எடுத்துவிடும் முகமூடி ஆகிய மூன்று எளிய பகுதிகளால் இணைக்கப்பெறுகிறது. தாய்க் கப்பலில் கட்டு மற்றும் தலைக்கூண்டு இராமையால் ஸ்கூபா முறையில் மூழ்குபவர் எளிதாகக் கடலினுள் அங்குமிங்கும் செல்ல முடியும். நீர் மூழ்கு உடையின் கொள்ளளவைப் பொறுத்து மூழ்குபவரின் மேல் நீர், மேலுந்து விசையைச் (buoyant force) செலுத்துகிறது. இந்த விசையை மூழ்குபவர் தன் எடை மற்றும் தான் கொண்டு செல்லும் எடைகளின் உதவியால் நிலைப்படுத்திக் கொள்ளல் வேண்டும்.

நீரில் மூழ்குபவர் நீரினுள் செல்லச்செல்ல அவர் மேலுள்ள நீரின் அழுத்தம் கூடுகிறது. நீரின் வெளியே இருக்கும்போது மனிதனின் மேலுள்ள அழுத்தம், நிலக்காற்று அழுத்தமாகும். மனிதன் உட்கொள்ளும் காற்றும் அதே அழுத்தத்தில் உள்ளமையால் அவரை அழுத்தவேறுபாடுகள் தாக்குவதில்லை. ஆனால் நீரில் மூழ்கும்போது சராசரி ஒவ்வொரு 10மீ. ஆழத்திற்கும் மூழ்குபவரின் மேலுள்ள அழுத்தம் நிலக்காற்று

அழுத்தத்தைவிட ஒரு மடங்கு கூடுகிறது. அதாவது 10மீ. ஆழத்தில் மூழ்குபவரின் மேலுள்ள அழுத்தம் இரண்டு நிலக்காற்று அழுத்தமாகும். 20மீ. ஆழத்தில் இவ்வழுத்தம் மூன்று நிலக்காற்று அழுத்தமாக இருக்கும். இக்கூடுதல் அழுத்தத்தினால் மூழ்குபவரின் நுரையீரல்கள் அமுங்கி உடைந்துவிடும். ஆகவே அனைத்து நீர் மூழ்குமுறைகளிலும் நீரில் மூழ்குபவர் உட்கொள்ளும் காற்று ஓர் அழுத்தமுள்ள காற்றுக் கலவையாக இருக்குமாறு செய்யப்பட்டுள்ளது. மேலும் ஓர் அழுத்தக்கட்டுப்பாட்டுக் கருவியைக் கொண்டு உட்கொள்ளும் காற்றின் அழுத்தம் வெளியிலுள்ள நீரின் அழுத்தத்திற்குச் சமமானதாகச் செய்ய முடியும். இந்த ஏற்பாட்டினால் அழுத்த வேறுபாடுகள் எந்த ஆழத்திலும் மூழ்குபவரைப் பாதிக்காதவாறு செய்ய முடிகிறது. மூழ்குபவர் உட்கொள்ளும் காற்றுக்கலவை ஆக்சிஜனையும் நைட்ரஜனையும் கொண்டிருக்கும். ஆனால் 90மீ. ஆழத்திற்கு மேல் மூழ்கு வேண்டுமானால் ஆக்சிஜனும் ஹீலியமும் கலந்த கலவையைப் பயன்படுத்த வேண்டும். ஹீலியம் நைட்ரஜனைவிட லேசானது. மேலும் ஹீலியம் உடற் திசுக்களில் நைட்ரஜனைவிடக் குறைவாகவே கரைகிறது.

பாயில் விதிப்படி அழுத்தம் ஏற ஏறக் காற்றின் கொள்ளளவு சுருங்குகிறது. அழுத்தமுள்ள காற்றுக்கலவையை உட்கொள்ளும்போது கலவையிலுள்ள நைட்ரஜன் அமுங்கி மூழ்குபவரின் திசுக்களில் கரைந்துவிடும். இதனால் நைட்ரஜன் போதை ஏற்பட்டு மூழ்குபவரின் மூளை செயலிழக்கக்கூடும். மூழ்குபவர் விரைவாகக் கடல்மட்டத்திற்கு வருவாரேயாயின் அமுக்கப்பட்ட நைட்ரஜன், குமிழிகளாக வெளிப்பட்டுவிடும். இதனால் மூழ்குபவர் இறக்க நேரிடும். இதைத் தடுக்க மூழ்குபவர் விட்டுவிட்டுச் சில ஆழங்களில் சில மணி நேரங்கள் தங்கி, மேலே வரவேண்டும். இதனால் திசுக்களில் கரைந்த அமுக்கப்பட்ட நைட்ரஜன், அமுக்கநீக்கம் செய்யப்படும். இவ்வாறு தங்கும் நேரங்கள் அமுக்க நீக்க நேரங்கள் எனப்படும். அமுக்கநீக்க நேரங்கள் மூழ்குபவர் வழிகாட்டிகளில் (diving manuals) தொகுத்து அளிக்கப்பட்டிருக்கும். ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளின் தேசியக் கடல் மற்றும் நிலவெளி ஆணையத்தின் (National Oceanic and Atmospheric Administration) பிரிவான மனிதர் சார்ந்த ஆழ்கடல் அறிவியல் மற்றும் பொறியியல் துறை (Manned Subsea Science and Technology Division) வெளியீடான நீர்மூழ்கு வழிகாட்டி இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும்.

மேற்கூறியவற்றிலிருந்து ஆழ்கடல் அழுத்தத்தில் மூழ்குபவர் இவ்வகையான இடர்களிலிருந்து தன்னைக் காத்துக்கொள்ள மிகுந்த எச்சரிக்கையாக இருக்க வேண்டும் என்று அறியலாம். இதனால் பொதுவாக மூழ்கும் ஆழம் ஏறத்தாழ 300 மீட்டருக்கு மேல் இருப்பதில்லை. நீண்ட நேரம் அதிக ஆழத்தில் மூழ்கி வேலை செய்ய வேண்டுமானால் மூழ்குபவருக்கு மிகவும் பாதுகாப்பான சூழ்நிலை தேவை. ஆழ்கடல் அழுத்தத்திலிருந்து மனிதரைக் காத்து ஆழ்கடலினுள் கடல் மட்டச் சூழ்நிலையை உருவாக்குவது ஒன்றே கடலினுள் மனிதர் முழுப்பாதுகாப்புப் பெற்று இயங்க வழிவகுக்கும். இதை அடிப்படையாகக் கொண்டு தற்காலத்தில் நிலக்காற்று நீர்மூழ்கு உடைகள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. இவ்வுடைகளால் 1000மீ. ஆழத்திலும் மூழ்குபவர் தம்மை நிலக்காற்று அழுத்தத்திலேயே வைத்துக் கொண்டு வேலை செய்ய முடியும்.

நிலக்காற்று நீர்மூழ்கு உடைகள் என்பன உண்மையில் மனித உருவமுள்ள அல்லது அரைமனித உருவமுள்ள அழுத்தம் தாங்கும் கலங்களேயாகும். எந்த ஆழத்திலும் நீரின் முழு அழுத்தத்தையும் தாங்கிக்கொள்ளும் வகையில் இவ்வுடைகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளமையால் நீர்மூழ்கு உடையினுள் இருக்கும் மூழ்குபவரை நீரின் அழுத்தம் தாக்குவதில்லை. இதனால் மூழ்குபவர் எப்போதும் நிலக்காற்று அழுத்தத்திலேயே இருக்க முடிகிறது. நிலக்காற்று நீர்மூழ்கு உடைகள் மூழ்குபவரின் மன அமைதி, உடல் நலம் ஆகியவற்றைப் பேணுவதோடு வாணிப மூழ்கலில் (commercial diving) செலவையும் குறைக்கின்றன.

முழு மனித உருவமுள்ள நிலக்காற்று நீர்மூழ்கு உடைகள் மிகவும் ஏற்றவை. ஏனெனில் அவை எளிதாக இருப்பதோடு அவற்றை மனிதக் கை கால்களால் நேரடியாக இயங்கச் செய்யவும் முடியும். உயிர்காக்கும் அமைப்புகள் இவ்வுடைகளின் உள்ளேயே இருக்குமாறு செய்யப்பட்டுள்ளன. இவ்வுடைகளைக் கடல்மட்டத்திலிருந்து ஒரு தூக்குவடத்தின் மூலம் கடல்தரை வரை கடலினுள் செலுத்த முடியும். மூழ்குபவர் விரும்பினால் மூழ்கியபின் இவ்வடத்தைத் துண்டித்துவிடலாம். வடத்துடன் தொலைபேசிக்கம்பிகளும் செல்வதால்,

மூழ்குபவர் தொலைபேசி மூலம் தாய்க்கப்பலுடன் தொடர்பு கொள்ளவும் முடியும். ஜிம் மற்றும் சாம் நிலக்காற்று நீர்மூழ்கு உடைகள் முழுமனித உருவம் படைத்தவை. இவ்வுடைகளின் கீழ்ப்பகுதி, தலைக்கோளம் ஆகியவற்றை மக்னீசிய உலோகக் கலவை அல்லது அலுமினியம் அல்லது கண்ணாடி இழைகளால் வலிமைப்படுத்தப்பட்ட நெகிழி ஆகியவற்றில் செய்யலாம். மூழ்குபவர் உடையினுள் இருக்கும் பார எடையை (ballast) வெளியே எறிந்தால் நீர்மூழ்கு உடை நீரின் மேலுந்துவிசையால் தள்ளப்பட்டு ஒரு நொடிக்கு 50 செ.மீ. என மெதுவாக மேலே செல்லும்.

இவ்வுடையினுள் இருக்கும் உயிர்காக்கும் அமைப்புகள் ஒருநாள் முழுவதும் கடலினுள் தங்கி வேலை செய்யப் போதுமானவையாக இருக்கும். ஜிம் உடை உள்ளே இருக்க வசதியானதாகவும் மூழ்குபவர் மேல்கோளத்திலுள்ள துளையின் வழியாக ஏறி இறங்க வசதி படைத்ததாகவும் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. சாம் உடை ஜிம்மைவிடச் சிறியதாகவும் இடுப்புப் பகுதியில் உள்ளே சென்று வெளியே வர வசதி படைத்ததாகவும் இருக்கிறது. ஜிம் மற்றம் சாம் உடைகளின் உதவியால் 400மீ. ஆழம் வரை மூழ்கலாம்.

வாஸ்ப் மற்றும் ஸ்பைடர் நிலக்காற்று நீர்மூழ்கு உடைகள் அரைமனித வடிவம் கொண்டவை. இவ்வுடைகள் ஜிம்மைப் போலவே உருளைப் பிணைப்புகளால் இணைக்கப்பட்ட கைகளைக் கொண்டவை. ஆனால் கால்களுக்குப் பதிலாகப் பாட்டரி அல்லது மின்சாரத்தினால் இயங்கும் உந்துகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வுந்துகள் நீர்மூழ்கு உடைகளைக் கிடைநிலை அல்லது செங்குத்து நிலையில் இயக்க உதவுகின்றன. இவ்வமைப்புகளின் பயனாக இவ்வகை நீர்மூழ்கு உடைகள் ஒரு மனிதரால் இயக்கப்பெறும் ஆழ்கடல் நீர்மூழ்கிக்கலத்தின் வலிமையை அடைகின்றன. வாஸ்ப் மற்றும் ஸ்பைடர் உடைகளின் உதவியால் 1000மீ. ஆழம் வரை மூழ்கி வேலைசெய்ய முடியும்.

நிலக்காற்று அழுத்த நீர்மூழ்கு கலங்களில் செல்லுதல். இம்முறையில் நீர்மூழ்கு கலங்கள் எனப்படும் நிலக்காற்றழுத்தக் கலங்களில் ஒருவர் அல்லது மேற்பட்டோர் கடலினுள் சென்று திரும்புவர். நீர் மூழ்கு கலங்கள் நீரின் அதிக அழுத்தத்தையும் தாங்கும் திறன் கொண்டவை. உள்ளே தங்கும் நீர் மூழ்குபவர் நிலக்காற்று அழுத்தத்திலேயே காற்றைச் சுவாசிப்பார். இதற்குத் தேவையான காற்று நீர்மூழ்கிகளோடு ஒட்டிய காற்றடைக்கப்பட்ட உருளைகளில் சுமந்து செல்லப்படும் அல்லது மேலிருந்து அனுப்பப்படும். ஆகையால் இவர்களுக்கு உடல் பாதிப்பு ஏற்படாது.

இக்கலங்கள் 1960ஆம் ஆண்டு வரை கடற்போர் புரியவே பயன்பட்டன. பின்னர் ஏற்பட்ட அறிவியல் முன்னேற்றத்தின் காரணமாய் நீர் மூழ்கு கலங்களில் வெளிப்பகுதியில் பணிபுரிய மனிதக் கை போன்ற அமைப்பு, நிழற்படக் கருவி, ஒளிக் கருவி, ஆழம் காணவும் கலங்கள் எவற்றிலும் மோதிவிடாமல் இருக்கவும் தேவையான ஒலிக்கருவி ஆகியன பொருத்தப்பட்டன. ஆகையால் கடல் சார்ந்த அனைத்துத் துறையிலும் இக்கலங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. பணியின் தேவைக்கேற்ப இவற்றின் உருவங்கள் வேறுபடும். வெளியில் இணைக்கப்பட்ட கருவிகள் யாவற்றையும் கலத்தினுள் இருப்பவர் உள்ளிருந்தே இயக்க முடியும். கலத்தின் வெளியே நோக்க வசதியாக உணர் நெகிழி இழைகளாலான கண்ணாடிகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

- ந. அதியமான்

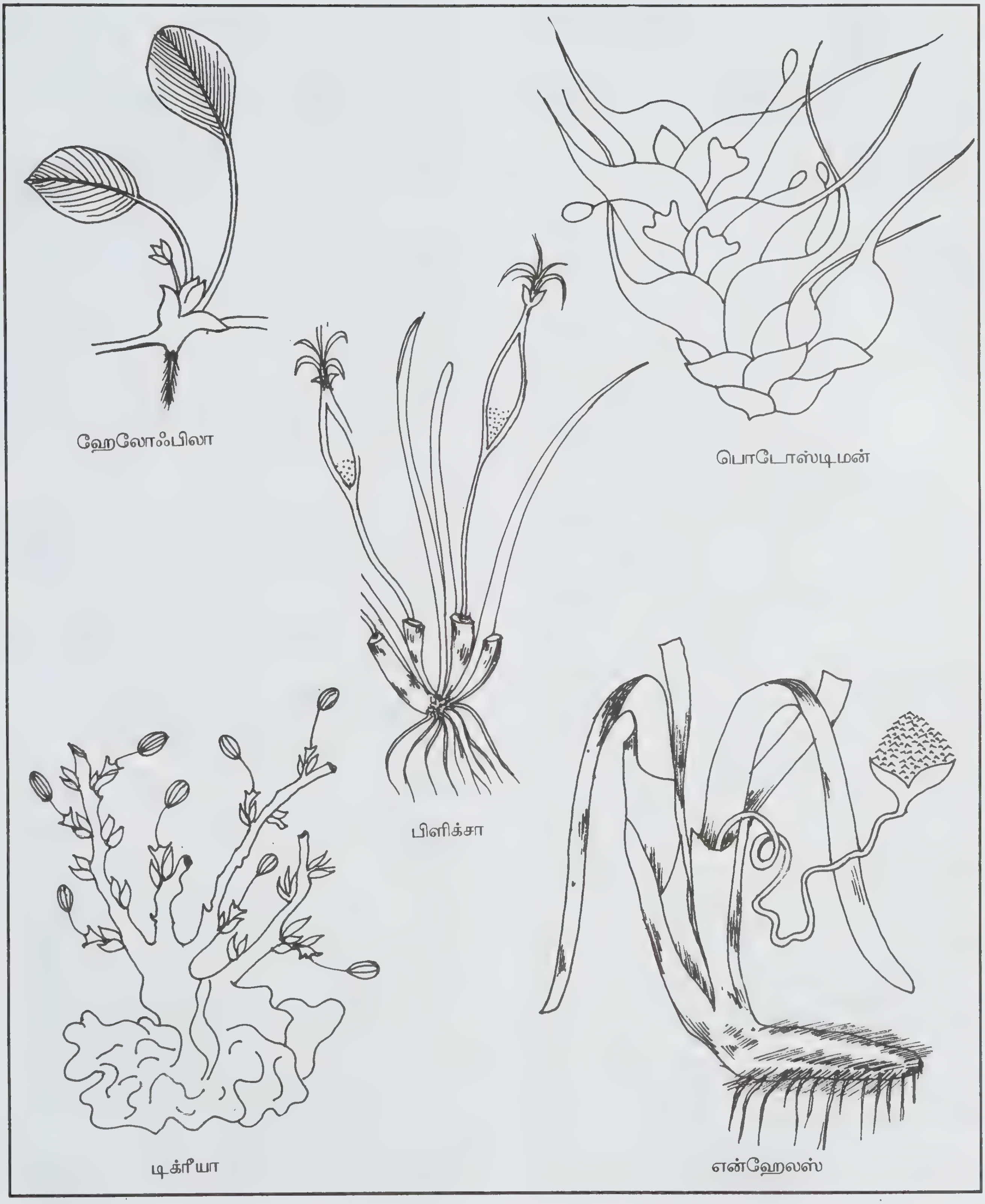
- கே. இராஜகோபாலன்

நீர் மூழ்கு தாவரங்கள்

நீர்வாழ் தாவரங்களின் வாழ்க்கையை நீர் கிடைக்கும் அளவும், நீராவிப் போக்கும் ஒழுங்குபடுத்துகின்றன. நீர்மூழ்கு தாவரங்களுக்கு நீர் தங்குதடையின்றிக் கிடைப்பதால், நீராவிப் போக்கின் அளவைக் குறித்துக் கட்டுப்பாடுகளில்லை. இத்தாவரங்களின் தண்டு, இலை, வேர்ப் பகுதிகள் முழுவதும் நீரினுள் பல்வேறு ஆழங்களில் காணப்படுகின்றன. அனைத்து நன்னீர் நிலைகளிலும், உவர் நீரிலும், நீரோடை, குளங்களிலும் இத்தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன. இவை நீரின் ஆழம் குறைந்த இடங்களிலும், ஆழம் மிக்க இடங்களிலும் வளரும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. நீரில் மூழ்கி வாழும் தாவரங்களில் நீர் உறிஞ்சும் வேர்களும் நீரைத் தாவரத்தின் பல்வேறு பகுதிகளுக்குக் கடத்தும் சாற்றுக் குழாய்களும் (vascular bundles) மிகக் குறைந்த அளவில் வளர்ந்திருக்கும்.

சில தாவரங்களில் வேர்கள் தோன்றாமலே இருக்கும். வேறுசில தாவரங்களில் வேர்கள் தோன்றினாலும் வளரா. கிளைவேர்கள் தோன்றா. சாற்றுக் குழாய்கள் நன்கு வளராமல் குழல் போன்று

நீர்மூழ்கு தாவரங்கள்


ஹேலோஃபிலா
பொடோஸ்டிமன்
பிளிக்சா
டிக்ரீயா
என்ஹேலஸ்

வெற்றிடங்களாகக் காணப்படும். வேறு தாவரங்களில் இச்சாற்றுக்குழல் கற்றைகள் மெல்லிய சுவருடன் காணப்படும். நீரில் மூழ்கியுள்ள இலைகளில் இலைத்துளைகள் (stomata) காணப்படா. அவ்வாறு சில இலைகளில் இலைத்துளைகள் காணப்பட்டாலும், பயனற்றவையாகக் காணப்படும். தண்டுப் பகுதியின் மேற்புறத்தோல் (epidermis) மெல்லியதாக, புறச்சுவரில் உறைப்படலம் (cuticle) இன்றிக் காணப்படும். நீரில் மேல் மிதக்கும் இலைகளில் இலைத்துளைகள் இலையின் மேற்புறம் காணப்படும். இத்தாவரங்களில் நீராவிப்போக்கு நடைபெறாமையால், நீர் இலைகளினின்று நீர்த் துளிகளாகத் துளைகள் மூலம் தாவரங்களிலிருந்து வெளியேற்றப்படும். சவ்வூடுபரவு அழுத்தம் (osmotic pressure) குறைந்து காணப்படும்.

நீர் மூழ்கும் தாவரங்களில் தண்டுப்பகுதி மென்மையாகவும், மெல்லியதாகவும் காணப்படும். திசுக்களில் உறுதியைத் தரும் கோல்லன்கைமா ஸ்கிளீரன்கைமா திசுக்கள் நன்கு வளர்ச்சி அடையாமையால் புறணி (cortex) பரந்து காணப்படும். புறத்தோலும் பெரிசைகிள் பகுதியும் பெரும்பாலும் காணப்படா. தண்டுப் பகுதியும், இலைகளும் குழகுழப்பான நீர்மத்தால் மூடப்பட்டிருக்கும். நீரில் மூழ்கி வளரும் தாவரங்களின் வளர்ச்சியைக் காற்றோட்டமும், சூரிய ஒளியும் பாதிப்பதால் அவற்றின் அளவிற்கேற்றவாறு தாவரத்தின் உடற்கூற்றில் மாறுபாடுகள் ஏற்படுகின்றன. இத்தாவரங்கள், ஆக்கச் சிதைமாற்றம் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கைக்கு உயிர் வளியும், கரியமில வளியும் தேவைப்படுகின்றன. நீரில் மூழ்கி வளரும் தாவரங்கள் காற்றறைகள் மிகுந்து காணப்படுவதால் தேவையான காற்று கிடைக்கிறது. இலைகளிலுள்ள இடைத் திசுக்களில் குளோரன்கைமாவும் பசுங்கணிகங்களும் (chloroplasts) காணப்படுகின்றன. நீர் மூழ்கு தாவரங்களின் இலைகள் பெரும்பாலும் நாடாக்கள் போல நீண்டு அல்லது சிறு இழைகள் போலக் காணப்படும். இலைகள் சில சமயம் பிளவுபட்டுக் காணப்படுவதும் உண்டு. கணிகங்கள் பெரிய அளவாகவும், இடம் விட்டு இடம் பெயர்ந்து செல்வனவாகவும் காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் இத்தாவரங்கள் விதை மூலமாகவும், தண்டு மற்றும் இலைத்தண்டுகள், வேர்க்கிழங்கு மூலமாகவும் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன.

நீர் மூழ்கு தாவரங்களில் பூக்கும் தாவரங்களும், ஆல்காக்களும் பல்வேறு தாவரக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்துள்ளன. பூக்கும் இனத் தாவரங்களைச் சேர்ந்த தாவரக் குடும்பங்களில் பல, நீர் மூழ்கு தாவர வகைகளைக் கொண்டுள்ளன. லென்டிபுலேரியேசிக் குடும்பத்தைச் சார்ந்த யுட்ரிகுலேரியா என்னும் வேர்ற்ற தாவரங்கள் நீரின் அடியில் ஈரமான தரையிலும், கற்பாறைகளின் மீதும், வேறு தாவரங்களின் மீதும் படர்ந்து வளரும். இலைகள் சிறிய உறைகள் போன்று முடியுடன் காணப்படும். உறையின் துளையில் சிறு நுண்ணிய இழைகள் நீர்வாழ் உயிரினங்களைப் பிடித்து உறைக்குள் இழுத்து உணவாகச் செரித்து விடும். வேர்கள் காணப்படாமையால், இத்தாவரத்தின் இலைகளும், கிளைகளும் பாறைகள் மீது படர்ந்து நிலைத்து நிற்க உதவியாக உள்ளன. மஞ்சள் நிற மலர்கள் கிளைகளில் ரசீம்களாக அமைந்துள்ளன. இத்தாவரக் குடும்பத்தில் யுட்ரிகுலேரியா ஸ்டெல்லாரிஸ் (Utricularia stellaris), யு. ஃபிளெக்சோசா (U.flexuosa), யு. எக்சோலீடா (U. exoleta) போன்ற தாவரங்கள் உள்ளன.

போடோஸ்டிமேசிக் குடும்பத்தைச் சார்ந்த நீர் மூழ்கு தாவரங்கள் நீரோடைகளிலும், சிறிய மயிரிழைகளால் பாறைகளின் மீது ஒட்டிக்கொண்டும் வளர்பவை. மழைக் காலங்களில் விதைகள் முளைத்து (germination) தட்டையான அமைப்பு பாறைகளில் பரவுகிறது. பின் இலைகள் அடுக்கடுக்காக வளரும். இலைகள் சாதாரணமாகவும், மென்மையாகவும், பின் சிறு புல்லிகளாகவும் மாறி மலரை மூடியிருக்கும். பூக்கள் சிறியவை. இருபாலினத்தவை. ஓடையில் நீர் வற்றும்போது பூக்கள் தோன்றும். கனிகள் தோன்றி, வெடித்து, விதைகள் நீரின் மூலம் பரவிப் பாறைகளில் தங்கி, மழைக் காலங்களில் முளைக்கின்றன.

இத்தாவரக் குடும்பத்தில் இன்டோஸ்ட்ரைகியா ரேமோசிம்மா, டெர்னியோலா, சைலானிகா போன்ற தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன. மேலும் டிக்ரியே என்னும் நீர் மூழ்கு தாவரம் நாடா போன்ற இழைகளுடன் பலவாறு கிளைத்துப் பாறைகளின் மீது படர்ந்து காணப்படும். போடோஸ்டீமன் என்னும் தாவரத்தின் தட்டைப்பகுதி நூலிழை அல்லது நாடா போன்று காணப்படும். இவற்றில் மலர்கள் மிகுதியாகவும், மகரந்தங்களில் சுரப்பிகளும், இருவித நியூக்ளியங்களும், மாவுப்பொருளும் காணப்படும்.

செரடோபில்லேசிக் குடும்பத்தைச் சார்ந்த தாவரங்கள் மெல்லிய தண்டுகளுடன், வேர்களற்றுப் பசுமை நிறத்தில் பல கிளைகளுடன் காணப்படும். தண்டின் அடிப்பகுதி நீரின் அடியிலுள்ள மென்மையான மண்ணில் படிந்து பச்சையம் அற்றுக் காணப்படும். இலைகள், கணுக்களில்

வட்ட அடுக்குகளாகவும், இரு பிளவுபட்டு உறுதியுடனும் காணப்படும். பூக்கள் மிகச் சிறியனவாக, ஒரு பாலினத்துடன் இலைக்கோணங்களில் காணப்படும். விதைகள் கடினமான விதையுறையுடன் (seed coat) வளர்வடக்கம் (dormancy) கொண்டு காணப்படும். தொடக்க காலங்களில் தாவரம் நேராக வளர்கிறது. தண்டின் அடிப்புறம், நிலத்தில் ஊன்றுகோலாகவும் சத்துகளை உறிஞ்சவும் பயன்படும். பிறகு தாவரம் நன்கு வளர்ந்து பெரும்பாலும் நீரினுள் மிதந்து காணப்படும். குளிர் காலங்களில் கிளைகளின் நுனிகள் முறிந்து நீருக்கடியில் மண்ணில் விழுந்து புதுத் தாவரமாக வளரும்.

ஹைட்ரோகேரிமேசிக் குடும்பத்தைச் சார்ந்த நீர் மூழ்கு தாவரங்கள் நன்னீரிலும், உவர் நீரிலும் வளரும். இலைகள் வேர்க் கிழங்குகளின் கணுக்களில் அடுக்காகக் காணப்படும். மலர்கள் ஒருபால் அல்லது இருபாலினம். இக்குடும்பத்தில் ஹைட்டிரில்லா (Hydrilla), வால்லிஸ்னேரியா (Vallisneria), பிளிக்சா (Blyxa), ஹைட்ரோகேரிஸ் (Hydrocharis), ஓடல்லியா (Otellia) ஹேலோபிலா (Halophila), என்ஹேலஸ் (Enhalus) போன்ற தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன.

ஹைட்ரில்லா மென்மையான இலை, தண்டுகளுடன் கூடிய நீர் மூழ்கு தாவரம். இது நுண்ணிய வேர்களுடன், பல நன்னீர் நிலைகளில் காணப்படும். குளிர் காலங்களில் மலர்கள் தோன்றுகின்றன. இத்தாவரம் பசுந்தாள் உரமாகப் (green leaf manure) பயன்படுகிறது. மீன் மற்றும் நீர்வாழ் உயிரினங்களுக்கு ஏற்ற உணவாகவும் பயன்படுகிறது. இத்தாவரம் மிக விரைவில் வளர்வதுடன் விதை, தண்டுப் பகுதிகள் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. வால்லிஸ்னேரியா தாவரத்தில் தண்டுப்பகுதி மிகவும் குறுகிப் பசுமையான இலைகள் நீண்டு நாடாப் போன்று வட்ட வடிவில் காணப்படும். ஆண் பூக்கள் மிகுதியாகவும், மலர்க் காம்புகளுடனும் காணப்படும். பெண் பூக்கள் தனித்து, சுருள் போன்ற காம்புடன் காணப்படும். இலையில் காற்றறைகள் நீளவாக்கில் காணப்படும். பெண் பூக்கள் நீருக்கடியில் தோன்றி மகரந்தச் சேர்க்கையின்போது (pollination) நீருக்கு மேற்பரப்பில் கொணரப்பட்டு, மகரந்தச் சேர்க்கை அடையும். பிளிக்சா ஆக்டேன்டிரா (Blyxa Octandra) தாவரத்தின் இலைகள் நீண்டு, அடுக்கடுக்காகத் தண்டுகளின் மேல் அமைந்திருக்கும். இலை நரம்புகள் இணையாகவும், இலைக்காம்புகள் அற்றும் காணப்படும். மலர்கள் ஒருபாலினம்; பெண் பூ உறை ஒரு மலரையும், ஆண் பூ உறை 5-10 மலர்களையும் சுற்றியிருக்கும்.

ஓடல்லியா அலிஸ்மாய்ட்ஸ் (Otellia alismoides) ஓடைகளிலும், குளங்களிலும் வளரும் மென்மையான ஒருபருவத் தாவரம். இதில் மலர்களும், கனிகளும் ஆண்டு முழுவதும் உண்டாகின்றன. இலைகள் இரு விதங்களில் காணப்படும். மிதக்கும் இலைகளின் அடிப்பகுதி வட்ட வடிவமாகவும், நுனி நீண்டும் காணப்படும். ஆழமான நீர் நிலைகளில் பூக்களின் மகரந்தச் சேர்க்கை நீரின் மேற்பரப்பில் நிகழும்.

ஹேலோஃபிலா ஓவாலிஸ் (Halophila ovalis) என்னும் ஒரு பாலினத் தாவரம் மெல்லிய தண்டுடன் படரும் தாவரம். கடற்கரை ஓரங்களில் நீரில் மூழ்கிக் காணப்படும். கணுக்களில் வேர்களுடனும் இரண்டு இலைச்செதில்களுடனும் (scales) காணப்படும். இலைகள் எதிர் அடுக்கில் இலைக்காம்பற்று இருக்கும். ஆண்பூக்கள் மலர்க்காம்புடனும், பெண் பூக்கள் மலர்க் காம்பற்றும் காணப்படும்.

என்ஹேலஸ் அகோரிடஸ் (Enhalus acorides) என்னும் கடல்நீர் வாழ் தாவரம் வேர்க்கிழங்குடன் கூடிய நீர்மூழ்கு தாவரம். இதன் இலைகள் நாடாப் போன்றும், இலையடிப்பகுதி தட்டையான, மென்மையான உறையால் மூடப்பட்டுமிருக்கும். காற்றறைகள் மிகுதியாகக் காணப்படும். சிறிய பூக்கள் மிகுதியாகக் காணப்படும். விரைவில் வளர்ந்து, கடலின் மணற்பகுதியை மூடிவிடும். இதன் இலைகள் மண் துகள்களால் மூடப்பட்டிருக்கும். செப்டம்பர்-நவம்பர் மாதங்களில் மலர்கள் தோன்றுகின்றன.

அபோனோஜிடோனேசிக் குடும்பத்தைச் சார்ந்த நீர் மூழ்கு தாவரங்கள் பல பருவத்தாவரங்கள். இவற்றின் வேர்க்கிழங்குகள் உணவாகப் பயன்படுகின்றன. இலைகள் நீரில் மூழ்கியும், நீண்டும், அடிப்பகுதி சிறுத்து, இலைக்காம்பு போன்றும் காணப்படும். அபோனோஜிடான் நேடஸ் (Aponogetan natus), அபோனோஜிடான் கிரிஸ்பம் (Aponogetan crispum) போன்ற தாவரங்கள் இக்குடும்பத்தில் காணப்படுகின்றன.

பொடாமோஜிடானேசிக் குடும்பத்தைச் சார்ந்த தாவரங்கள் நன்னீரிலும், கடற்கரைகளிலும் காணப்படும். இலைகள் இலைக் காம்பற்று, நீள்வட்டத்தில் காணப்படும். தண்டுப்பகுதி தடித்து, சிறிய இலையடிச் செதில்களுடன் காணப்படும். பூங்கொத்து, தூவி (spike) எனப்படும் சிறிய மலர்களால் ஆனது. கீழே படரும் மெல்லிய தண்டுக்களின் கணுக்களில் வேர்க்கற்றைகள் காணப்படும். இக்குடும்பத்தில் பொடாமோஜிடான் பர்ஃபோலியேடஸ் (Potamogetan perfoliatus), ருப்பியா

(Ruppia), ஃசானிசேலியா (Zanichellia) போன்ற தாவரங்கள் நீர் மூழ்கு தாவரங்களாகக் காணப்படுகின்றன. ருப்பியா, மென்மையாக, கிளைகள் மிகுந்து, உவர்நீர் நிலைகளில் வளரும் தாவரம். இலைகள் எதிர் அடுக்கில் அடிப்பகுதியில் அகன்றிருக்கும். சிறிய பூக்கள் ஜனவரி - மே மாதங்களில் காணப்படும். ஃசானிசேலியா நன்னீரிலும், உவர்நீரிலும் வளரும் பல பருவத் (perenniel) தாவரம். இது மென்மையான தண்டுடன், பெருமளவில் கிளைத்து வளரும். இலைகள் தண்டு, இலையடிச் செதில்களுடன் எதிர் அடுக்கில் காணப்படும். மலர்கள் சிறியவையாக ஒரு பாலினத்துடன், பிப்ரவரி-ஜூன் மாதங்களில் காணப்படும்.

நாஜேடேசித் தாவரக் குடும்பத்தில் காணப்படும் நீர்மூழ்கு தாவரங்கள் மெல்லிய பசுமையான தண்டுடன், கணுக்களில் வேர்களுடன் பலவாறு கிளைத்து, நன்னீர் மற்றும் உவர்நீர் நிலைகளில் வளர்கிறது. இலைகள் இலைக்காம்பற்று எதிர் அடுக்காக, நீண்டு, பற்கள் போன்ற இலையோரங்களுடன் காணப்படும். ஆண் பூ ஒரே ஒரு மகரந்தப்பையுடன் நான்கு அறைகளுடன் இரண்டு உறைகளில் காணப்படும். மார்ச்-செப்டம்பர் மாதங்களில் மலர்களும், கனிகளும் தோன்றும். நாஜாஸ் (Najas) என்னும் தாவரம் இக்குடும்பத்தைச் சார்ந்தது.

- கு. பத்மநாபன்

துணை நூல். G.K. Reid, *Ecology of Inland waters and Estuaries*, Reinhold Publishing Corporation, New York, 1961.

நீர்மேல் நெருப்பு

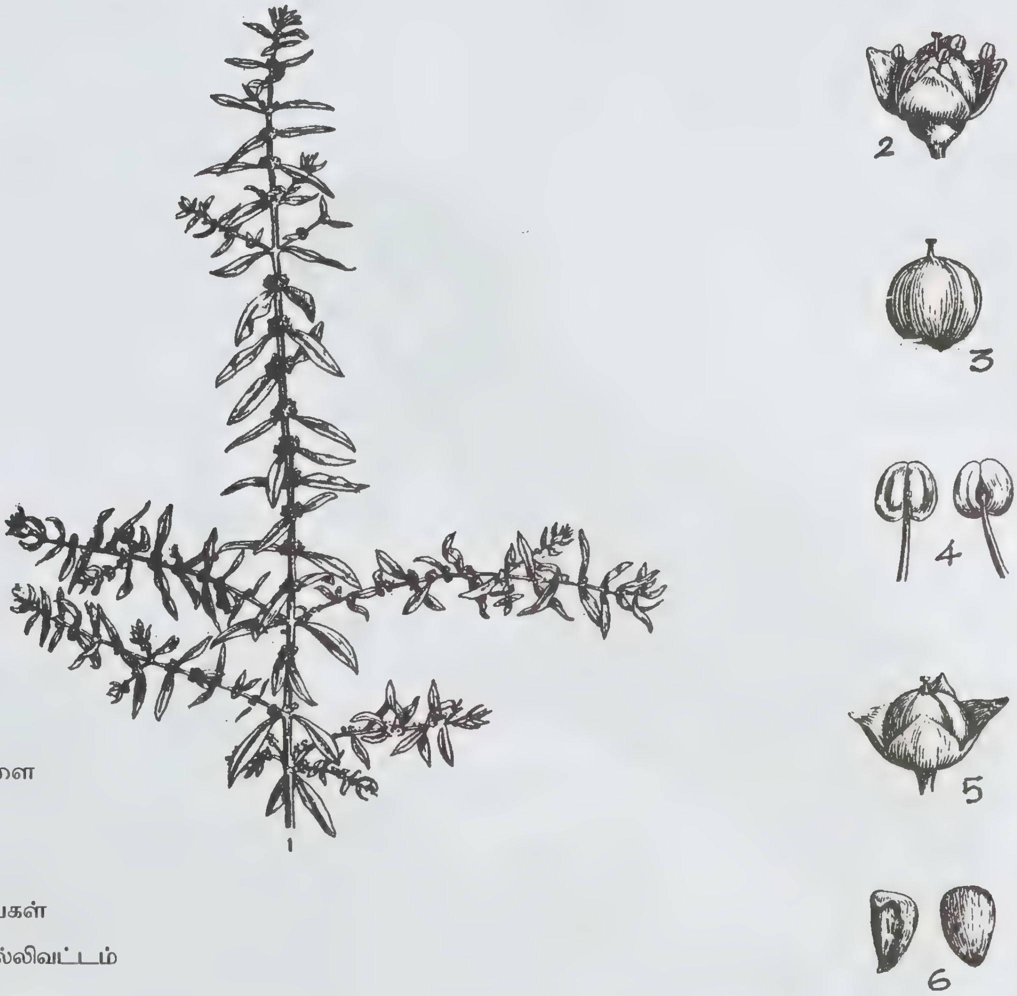
இதற்குக் கல்லுருவி என்றும் பெயர். இதன் தாவரப் பெயர் அம்மானியா பேக்சிஃபெர்ரா (Ammania Baccifera) என்பதாகும். இதற்கு அம்மானியா வெசிக்கட்டோரியஸ் (Ammania Vesicutorius) என்னும் பெயரும் உண்டு. இது லித்திரேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்து களைச் செடியாகும். நெல் வயல் அறுவடைக்குப் பின்பும், வறட்சிக் காலத்தில் ஏரியோரங்களிலும் இதை மிகுதியாகக் காணலாம்.

வளரியல்பு. இது நேராக 30-60 செ.மீ. உயரம் நன்கு கிளைத்து வளரும் ஒரு பருவச் செடி. தரைக்கருகிலுள்ள கிளைகள் நீளமாகவும் நுனியிலுள்ள கிளைகள் குட்டையாகவும் இருக்கும். இலைகள் 2.5செ.மீ. நீளத்துடன் எதிரடுக்கத்தில் குறுக்குமறுக்காகக் (decussate) காம்புகளற்று உண்டாகியிருக்கும். இவ்விலைகள் குறுகிய நீள்சதுர வடிவத்தில் குறுகிய அடிப்பகுதியைக் கொண்டிருக்கும். இலையடிச் செதில்கள் நுண்ணியவையாயும் விழுந்துவிடும் தன்மையுடனுமிருக்கும். பூக்கள் மிகச் சிறியவையாக அடர்த்தியாகக் கொத்துப் போன்று இலைக்கக்கத்தில் உண்டாகியிருக்கும்.

பூவடிச் செதில்கள் தாள் போன்று மிகச் சிறியவையாக உள்ளன. பூக்காம்பு மிகக் குட்டையாக இருக்கும். புல்லிவட்டத்தில் காணப்படும் நான்கு பற்கள் முக்கோண வடிவிலிருக்கும். இப்பூவில் அல்லி இதழ்கள் இரா. மகரந்தக் கேசரங்கள் 4, புல்லிவட்டக் குழலின் மீது உள்ளன. மகரந்தத்தாள்கள் மிகவும் குட்டையாக இருக்கும். சூல்பை, மேல்மட்டச் சூல்பையாகும். ஒற்றைத் திசுவறையில் பல சூல்கள் இருக்கும். கனி சிறிய, சிவப்பு நிற, உருண்டையான வெடிகனி (capsule) ஆகும். இச்செடியில் பூக்களும் கனிகளும் ஆகஸ்ட் - மார்ச்சில் உற்பத்தியாகின்றன. கனிகள், மேல்பகுதியில் திறந்து விதைகளை வெளிப்படுத்தும். கனிகளைப் புல்லிவட்டம் விழாமல் மூடிக் காக்கும். விதைகள் மிகச் சிறியவையாக, எண்ணற்று உண்டாகின்றன. இவை பழுப்புக் கலந்த சிவப்பு நிறத்திலும், உருண்டையாகவும் இருக்கும். இச்செடி விதை மூலம் இனப்பெருக்கம் அடைகிறது. அம்மானியா ஆக்டாண்ட்ரா (Ammania Octandra) என்னும் நிமிர்ந்து கிளைத்து வளரும் ஒருபருவச் செடியின் இலை, இதய வடிவிலிருக்கும். இதன் பூக்கள் அழகாகவும் சிவப்பு நிறத்திலும் இருக்கும்.

பயன். இச்செடிச் சமூலம் மருந்துக்கு உதவும். இது குருதிக் குறைவினால் உண்டாகும் திமிர்வாயுவைப் போக்கும். இலைச்சாற்றையோ சுட்ட சாம்பலையோ எண்ணெயுடன் சேர்த்துக் கரப்பான், சிரங்குகளுக்குப் பூசலாம். பச்சை இலைகளையோ உலர்ந்த இலைகளையோ சுக்கு, கோரைக்கிழங்கு சேர்த்துக் குடிநீரிட்டு 15மி.லி. வீதம் நாளும் இருவேளை தர முறைக்காய்ச்சல் நீங்கும். வலிநோய் தணியும். இலைச்சாற்றை நீர் சேர்த்து ஆடு, மாடுகளுக்குத் தர ஆண்மை குறையும் எனக் கூறப்படுகிறது. கடிநஞ்சுக்கு இதன் இலைகளைக் கசக்கிக் கடிவாயில் வைத்துக் கட்ட வேண்டும். இலையை அரைத்துக் கட்ட வீக்கமும் கட்டியும் கரையும். இலை, தோல் நோய்களுக்கும் சிறந்த மருந்தாகும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்



1. செடியின் கிளை
2. பூ
3. சூலகம்
4. மகரந்தப் பைகள்
5. கனியுடன் புல்லிவட்டம்
6. விதை

நீர் மேல் நெருப்பு (Ammania baccifera)

நீர்யானை

இது பாலூட்டிகள் வகுப்பில், யூதிரியா உள்வகுப்பில், ஆர்டியோடாக்டைலா குடும்பத்தில், ஹிப்போபொட்டாமிடே குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. குட்டிப் போட்டுப் பாலூட்டும் விலங்குகளில், யானைக்கு அடுத்து மிகப் பெரியது நீர்யானையாகும். இது நிலத்திலும் நீரிலும் வாழக்கூடியது. தற்போது மிதவெப்பப் பகுதியான ஆப்ரிக்காவில் மட்டுமே இது காணப்படுகிறது. நீர்யானை இனங்கள் நீரோட்டப்பகுதி, சதுப்பு நிலம், சேற்று நிலங்களில் வசிக்கும். காண்டாமிருகம் இதைவிட உருவத்தில் பெரிதாகத் தோற்றமளித்தாலும் உடல் எடையில் இதைவிடக் குறைந்து காணப்படுகிறது. இதன் விலங்கியல் பெயராகிய ஹிப்போபொட்டாமஸ் ஆம்ஃபிபியஸ் (Hippopotamus amphibius) என்பது ஆற்றுக்குதிரை (river horse) என்னும் பொருளுடையதாகயிருப்பினும், இது குதிரை இனத்தைச் சார்ந்ததன்று.

தற்போது நீர்யானையின் இரண்டு இனங்கள் மட்டுமே உள்ளன. பொதுவான நீர்யானை உருவில் பெரியது; ஏறக்குறைய 3500 கி.கி. எடையுள்ளது. குள்ளமான வகை அல்லது லைபேரியன் வகை நீர்யானை (H. liberiensis) உருவில் பன்றியைப் போன்று சிறியது. 1 மீ. உயரமும் 2மீ. நீளமும் ஏறக்குறைய 225 கி.கி. எடையுமுள்ளது. மழைக்காடுகளில் வாழும் இது உருவில் பெரிய நீர்யானை வகையைவிட நிறத்திலும், பழக்கத்திலும் சிறிதளவு வேறுபட்டுள்ளது. இது நீரில் இருப்பதைவிட நீண்ட நேரம் நிலத்தில் இருக்கிறது. இதன் தோல் மெல்லியதாகவும்,

நீர்யானை

ஈரப்பதமிக்கதாகவும் இருக்கிறது. இதன் உடல் முழுவதும் நுண்துளைகள் உள்ளமையால், நீரில் உடலை நனைக்காமல் இருந்தால் தோல் உலர்ந்து வெடித்துவிடும்.

உருவில் பெரிய வகை நீர்யானையின் தோல் மிகத் தடிப்பாக இருக்கும். இது கரும்பழுப்பு அல்லது சாம்பல் நிறமுள்ளது. பீப்பாய் போன்ற பருமனான உடலமைப்பும், குட்டையான தடித்த கால்களும் கொண்டுள்ளது. ஒவ்வொரு காலிலும் நான்கு விரல்கள் உண்டு. இதன் பாதம் தரையில் தட்டையாகப் படும். இதன் தலை பெரியதாகவும் அருவெறுப்பான தோற்றத்திலும் விளங்கும். இதன் கண்களும், காதுகளும் மிகவும் சிறியனவாகப் பன்றியைப் போன்று காணப்படுகின்றன. பகலில் இது நீரிலும் சேற்றிலும் புதைந்திருக்கும். அப்போது இதன் கண், காது, மூக்கு இவை மட்டும் நீருக்கு மேலே இருக்கும். இதன் தலை அத்தகைய அமைப்பைக் கொண்டுள்ளமையால் பார்ப்பதற்கோ சுவாசிப்பதற்கோ ஓரளவு தலையை உயர்த்தினாலே போதும். இதன் மிகப்பெரிய வாயைத் திறந்தால் குகையைப் போலத் தோற்றமளிக்கும். அரைக்கும், கடிக்கும், பிடுங்கும் (rooting teeth) பற்களை இது கொண்டுள்ளது. இதற்கு வலிமையான 1 மீ. அளவுடைய தந்தம் உண்டு. தந்தம், கிழிக்கும் பற்களிலிருந்து தோன்றியது. இதன் பல் அமைப்பு முறையாலும், தந்தத்தின் உதவியாலும் புல், கோரை முதலியவற்றை வேரோடு அகழ்ந்து எடுத்துத் தின்னும். வயல்களின் விளையும் பயிர்களுக்கும் பேரழிவு விளைவிக்கும்.

நீர்யானையின் தோல் முரடானது. கழுத்து, தலை, காது, வால் ஆகிய பகுதிகளில் மயிர் கொத்துக் கொத்தாக இருக்கும். வாய்க்கும் மூக்குக்குமிடையே கட்டையான தடித்த மூடி காணப்படுகிறது. ஆண் நீர்யானையைவிடப் பெண் உருவில் சிறியது. இதன் நிறமும் வேறுபட்டுள்ளது. உணர்ச்சி மேலிடும்போது நீர்யானையின் தோலில் சிவப்பான எண்ணெய் போன்ற பொருள் கசியும். இதைக் குருதி வேர்வை என்பர்.

நிலத்தில் வியப்பூட்டும் அளவுக்கு நீர்யானை வேகமாகச் செல்லும். ஆனால் பெரும்பாலும் நீரில் புதைந்திருக்கும். இது 5 நிமிடம் வரை நீரில் மூழ்கியிருக்கும். சில சமயங்களில் இது 10-12 நிமிடங்கூட நீருக்குள் மூழ்கியிருக்கும் ஆற்றலைக் கொண்டது.

நீர்யானை பெரும்பாலும் கூட்டமான 20-30 எண்ணிக்கையுடைய குடும்பமாக வசிக்கும். பெண் நீர்யானை ஒரு தடவையில் ஒரு குட்டியே போடும். குட்டிப் போட்டவுடன், குட்டியைத் தன் கழுத்தில் வைத்து நீருக்குள் செல்லும். குட்டி நீந்தக் கற்றுக்கொள்ளும்வரை குட்டியைத் தன் கழுத்தில் வைத்திருக்கும். குட்டி முழு வளர்ச்சியடைய 6 ஆண்டுகளாகும். இது ஏறக்குறைய 30 ஆண்டுகள் உயிர் வாழும். இதன் இறைச்சியையும் கொழுப்பையும் ஆப்பிரிக்க மக்கள் உண்கின்றனர். முற்காலத்தில் செயற்கைப் பல் தயாரிப்பதற்கு இதன் தந்தத்தைப் பயன்படுத்தினர்.

பிளீஸ்டோசீன் பருவத்தில் உருவில் பெரிய நீர்யானை, ஐரோப்பாவின் பெரும்பகுதியில் பரவியிருந்தது. இதேபோலக் குள்ளமான வகையும், கிரேட்டி, மால்டா, சிசிலி, இந்தியா, மியான்மர், வட ஆப்பிரிக்கப் பகுதிகளில் வாழ்ந்தது. அண்மையில் ஹிப்போபொட்டாமஸ் லேமேர்லெயி (H. lemerlei) என்னும் இனம் மடகாஸ்கர் தீவிலிருந்து அழிந்துவிட்டது.

- எம். கல்யாணசுந்தரம்

நீர் வழங்கு பொறியியல்

இது இயற்கை நீர் வழங்கு பொறியியல், செயற்கை நீர் வழங்கு பொறியியல் என இருவகைப்படும். இயற்கை முறையில் நீர், நதிகளிலிருந்தும் ஏரிகளிலிருந்தும் பெறப்படும். செயற்கை முறையில் நிலத்தடி நீர் மேலே கொண்டு வரப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படும். நீர் வழங்கு பொறியியல் முன்பு வீட்டுப் பயன்பாட்டிற்கே முக்கியமாக இருந்தது. பின்னர் நகர வளர்ச்சியினால் நீண்ட தொலைவிற்கு நீரை எடுத்துச் செல்ல வேண்டியிருந்தமையால் நிலத்தடியில் குழாய்களைப் பதித்து அவற்றின் மூலம் நீரை மேலே கொணர்வதும் நீரைத் தேக்கி வைப்பதும் தேவையாயின. தாழ் பகுதிகளில் மிகுதியான நீர் கிடைக்கும்போது மாடிக் கட்டடங்களுக்கும், இவை போன்ற உயர்ந்த இடங்களுக்கும் நீரை மேல்நோக்கி அழுத்தத்துடன் கொண்டு செல்ல நீர் எக்கிகளும், இறைப்பான்களும் பயன்படுகின்றன. இதற்குப் பொது நீர் வழங்கு பொறியியல் (water supply engineering) உறுதுணை புரிந்தது.

நாகரீக வளர்ச்சியினால் தொழிற்சாலைகளும், நகரங்களும் அதிநவீன கட்டடங்களும் பெருகப் பெருக, நீர்த்தேவையும் பெருகிற்று. ஆதலால் நீர் பல வழிகளில் சேமிக்கப்பட்டு நிலத்திலும், மிக உயரத்திலும் நீர்த் தொட்டிகள் கட்டித் தூய்மைப்படுத்தி, புதுவகையான எக்கிகள், எந்திரங்கள் மூலம் தேவையான அழுத்தம் கொடுத்துத் தேவைப்படும் இடங்களுக்கு வேண்டிய அளவில் எந்த நேரமும் நீரைப் பயன்படுத்தும் அளவிற்கு நீர் வழங்கு பொறியியல் வளர்ந்துள்ளது.

கிடைக்கும் நீரைப் பகிர்ந்தளித்தல் என்பது எளிதேயாகும். முற்காலத்தில் இயற்கையாகக் கிடைக்கும் நீரை மக்கள் தங்கள் இல்லங்களுக்கு எடுத்து வந்து, தெளிய வைத்துத் தூய்மைப்படுத்திக் கொதிக்க வைத்து வடிகட்டிப் பயன்படுத்தினர்.

பிற்காலத்தில் நீரின் தேவை பெருகியபோது, தொழிற்சாலைகள் போன்றவற்றால் நீர் மாசடைந்து நோய் நுண்ணுயிரிகளும் பெருகத் தொடங்கின. ஆதலால் பாதுகாப்பான நீர் வழங்க வேண்டியது இன்றியமையாது. நீர்த் தூய்மிப்பு நிலையங்கள், பொது நீர் வழங்கு பொறியியலின் அடிப்படையாகும்.

நாட்டின் வளர்ச்சிக்கேற்ப அனைத்துச் சிற்றூர்களுக்கும் தூய குடிநீர் வழங்குவதற்கு ஏற்ற வகையில் இத்துறை பெரிதும் வளர வேண்டியுள்ளது. ஊறு விளைவிக்காத நீரைப் பயனாளருக்கு வழங்குதலும் தேவையான அளவு நீரைப் பகிர்ந்தளித்தலும், தனிமனிதன் மற்றும் வீடுகளின் தேவைக்கேற்ப நீரை வழங்க ஆவன செய்தலும், நீர் வழங்கு பொறியியலின் குறிக்கோள் ஆகும். இதற்கு மாசுகளும், கனிம, கரிமப் பொருள்களும், நோய் நுண்ணுயிரிகளும் அற்ற தூய்மைப்படுத்திய நீரினை வழங்க வேண்டும். உலக நாடுகள் ஒன்று சேர்ந்து குடிநீர் தரக் கட்டுப்பாட்டினை ஏற்படுத்தி அத்தரத்தை நிலை நிறுத்த வேண்டும். நீர் வழங்கு பொறியியல் நீர்த் தூய்மிப்பு, நீர்ப்பராமரிப்பு, தூய நீர்ப் பகிர்ந்தளிப்பு எனப் பல நிலைகளில் நீரின் தரத்தைப் பாதுகாக்கிறது.

தேவைப்படின் நீரின் அளவைக் கணக்கிட்டு, அதற்கேற்ப நீர் உற்பத்தியாகுமிடத்தைத் தேர்வு செய்ய வேண்டும். பெருகி வரும் நீரைத் தேக்கி வைத்துத் தேவைப்படும்போது வழங்குவதற்கு ஏற்ற கட்டுமானங்களும் தொட்டிகளும் அமைத்துப் பின்னர், சீரான முறையில் அனைத்து இடங்களுக்கும் திட்டமிட்டப்படி நீரினைப் பகிர்ந்தளிக்கும் வகையில் நீர்ப் பாதைகளை அமைக்க வேண்டும். தங்கு தடையின்றி, நீர் கிடைக்கும்படி நீர்க் குழாய்கள், ஒரு வழிக் கவாடங்கள், அடைப்பான்கள், இவை தொடர்பான பல்வேறு கருவிகளை நிறுவி, தேவையான நீரின் அளவினையும் அழுத்தத்தையும் பராமரிக்க வேண்டும்.

சிற்றூர்களில் பொருட் பற்றாக்குறையினால், தூயநீர் முறையாகக் கிடைப்பதில்லை. அங்கு இயற்கையாகவே தூய நிலையுள்ள கிணற்று நீரை வழங்கலாம். இல்லையேல் வீதிகளிலும், பிற முக்கியமான இடங்களிலும் பொது நீர்க் குழாயினை அமைத்து வழங்கலாம்.

முழுமையாக அரசினாலும், பொறியாளர்களாலும் அமைக்கப்பட்டுச் செயல்படுத்தப்படும்போது நீர் வழங்கு பொறியியலினைப் பாதுகாப்பதும், நீரை வீணாக்காது தடுப்பதும், நீரைப் பேணிக் காப்பதும் இன்றியமையாதவை. முதலில் நீர்த் தேவையின் அளவினைக் கணக்கிட்டு, அதற்கேற்பப் பகிர்வு முறையினை கண்டறிந்து, மொத்தத்தில் வேண்டப்படும் நீரின் அளவினைக் கணக்கிட வேண்டும். இம்முறையில் கையாளக்கூடிய அனைத்துக் கருவிகளின் திறன், செயற்பாங்கு, அளவு முதலியவற்றை அறுதியிட வேண்டும். மக்கள்தொகை மற்றும் பயனுறும் கால அளவினைக் கணித்து மொத்த நீர் அளவினைக் காண வேண்டும். பின்னர் தனி நபரின் ஒரு நாள் தேவையினை அறிய வேண்டும். பொதுவாக 20-30 ஆண்டுகள் பயனுறும் வகையில் திட்டங்கள் மேற்கொள்ள வேண்டும்.

தற்காலத்திலுள்ள மக்கள் தொகையினைப் புள்ளி விபரம் மற்றும் கணித முறையினால் கணக்கிடுவர். நீரின் தேவை, பல விதக் காரணங்களால் மாறுபடக்கூடியது. வெப்பம் மிகுந்த இடங்களில் நீர்த் தேவை அதிகரிக்கும். செல்வந்தர் இல்லங்களிலும், தொழிற்சாலைகளிலும், வணிக மையங்களிலும் நீர்த் தேவை மிகும்.

நீர் அளவியின் உதவியால் வழங்கும் நீரினைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும். தேவைக்கு மேல் நீரைப் பயன்படுத்துவதற்குக் கட்டணம் விதித்து நீரினைச் சிக்கனப்படுத்த வேண்டும். அடுக்கு மாடிகளிலும், நெரிசலான கட்டடங்களிலும், கழிவு நீரை அகற்றவும், கழிப்பறையையும், சாக்கடையையும் தூய்மை செய்யவும் மிகுந்த அளவில் நீர் தேவைப்படும். இப்பணிக்குத் தேவைப்படும் நீரினைக் குறித்த நேரங்களில் மட்டும் வழங்கிச் சிக்கன நடவடிக்கையினை மேற்கொள்ளலாம்.

பொதுவாக வீட்டுப் பயன்பாட்டிற்காக ஒருவருக்கு நாளொன்றுக்கு 135லி. நீர் தேவைப்படுகிறது. ஒருவர் குடிப்பதற்கும், சமைப்பதற்கும், குளிப்பதற்கும், துணிகளை வெளுக்கவும், கழிப்பறைக் கருவிகளைத் தூய்மையாக்கவும், பொது நீர்த் தெருப் பகிர்வுக்கும், தீயணைப்பிற்கும், வீட்டு விலங்குப் பராமரிப்பிற்கும் முறையே 4.5லி, 49.லி, 22.5லி, 22.5லி, 22.5லி, 13.5லி. என்னும் அளவில் நீரின் அளவு அறுதியிடப்படுகிறது.

மொத்த நீர்த் தேவையினைக் கணக்கிடும்போது அப்பகுதியிலுள்ள மக்கள் தொகை, தொழிற்சாலை, பள்ளிக்கூடங்கள், கல்லூரிகள், திரைப்பட அரங்குகள், மருத்துவ மனைகள், சந்தை, பொதுமக்கள் கூடும் இடங்கள், தீயணைப்பு மற்றும் பிற பணிக்குத்

தேவைப்படும் நீரின் அளவினையும் சேர்க்க வேண்டும். சில இடங்களில் நீர்க் கசிவினால் நீர் வீணாகக்கூடும். அதற்கென 15% நீர்த் தேவையினைக் கூட்டி இயன்ற அளவில் நீர் இழப்பைத் தவிர்க்கும் முறைகளை மேற்கொள்ள வேண்டும். பின்னர், நீரினைப் பெறும் வழிகளை ஆய்ந்தறிய வேண்டும். ஏரிகள், நதிகள், கிணறுகள், பனியாறுகள், வெள்ளப் பெருக்கினால் உற்பத்தியாகும் நீர் மற்றும் நீர் உற்பத்தி ஆகும் இடங்களைத் தேர்வு செய்து, அங்குப் போதுமான அளவில் நீர் இருப்பில் உள்ளதா எனக் கண்டறிய வேண்டும். அவ்வாறு இயலாவிடில் நீரினைச் சேமிக்கும் வழிமுறைகளைக் கண்டறிய வேண்டும்.

மழை நீரினை நிலத்தடி நீராகச் சேமிக்க இய்லாவிடில் நிலமேற்பரப்பில் காணப்படும் நீர்த் தேக்கங்களில் சேமிக்கலாம். கிடைக்கும் மொத்த நீருக்கு ஏற்ற வகையில், நீர்த் தேக்கங்களை வடிவமைக்க வேண்டும். மழை அளவுக் கருவி மூலம் மழைநீர் கணக்கிடப்படுகிறது. நிலப்பரப்பில் ஓடும் மழை நீரினைக் கணித முறைகள் கொண்டு உரிய இடத்தில் அணைக்கட்டுக் கட்டி வீணாக்காது சேமிக்க வேண்டும்.

நிலத்தடி நீர், மழை நீர் நிலத்தினுள் புகுந்து பாறைகளின் இடைவெளிகளிலும் மண் துகள்களிலும் தேங்கி நிற்கும். நிலத்தடி நீர் மட்டம், மழைக் காலங்களில் உயர்ந்தும் கோடைக் காலங்களில் தாழ்ந்தும் செல்லக்கூடியது. நதி நீருடன் நிலத்தடி நீர் இணையும்போது இரு நீர் மட்டங்களும் ஒரேயளவில் இருக்கும். நிலத்தில் வெற்று இடைவெளிகளும், மழைநீர்க் கசிவும் மிகுந்திருப்பின் நிலத்தடி நீர் அதிகரிக்கும். ஓரிடத்தின் நிலத்தடி நீர் சேமிப்பு அளவினை ஆய்வகச் செயல் முறைகளின் மூலம் சேமித்து அறியலாம்.

நீர் வழங்கு பொறியியலில் நிலத்தடி நீரினால் ஆன கிணறுகள் முக்கிய இடத்தைப் பெறுகின்றன. ஆழம் மிகுந்த கிணறுகள், ஆழம் குறைந்த கிணறுகள், புவி ஈர்ப்பினால் நீர் பெறும் கிணறுகள், ஆழத்தினால் நீர் பெறும் கிணறுகள், உறைகிணறுகள், ஆழ்துளை குழாய்க் கிணறுகள் எனக் கிணறுகளில் பல வகையுண்டு. அவை அனைத்திலும் நீர் தூய்மையாக இருக்க வேண்டும். கிணறுகளின் அமைவிடம், அங்குள்ள மண் வகை மற்றும் மண் அமைப்பினை ஆய்வு செய்து அக்கிணற்று நீரின் தரத்தினையும் அளவினையும் கணக்கிடலாம்.

ஆற்றுப் படுகைகளில் கிணறுகள் வெட்டி, குழாய் இணைப்புகளை அமைத்து நீரைச் சேமிக்கலாம். வடிகட்டி, நீரைச் சேமிக்கும் குகைக் குழாய்ப் பாதைகளும் அமைக்கப்படுவது உண்டு. நிலத்தடி நீரின் இருப்பிற்கேற்ப, எக்கிகளைக் கொண்டு குறிப்பிட்ட நேரத்திற்கு நீரை இறைக்க வேண்டும். பின்னர் குறிப்பிட்ட நேரத்திற்குள் ஊறியுள்ள நீரைக் கணக்கிட்டு அக்கிணற்றில் கிடைக்கும் நீரின் நிலையான அளவை வரையறுக்கலாம்.

நீர் பெறும் இடத்தினைத் தேர்வு செய்து அவ்விடத்திற்கு நீர் வழங்கும் குழாய்கள், வாய்ப் பகுதிகள், அவற்றில் தாங்கு மேடைகள் தூண்கள், பாதுகாப்பு மூடிகள், அடைப்பான் முதலியவற்றை அமைக்க வேண்டும். அவற்றை நீரேற்று வாய் என்பர். இது நீர்த் தேக்கங்களில் அறை போலக் கட்டப்பட்டு, எந்த மட்டத்தில் நீர் இருந்தாலும் பெறக்கூடிய வகையில் குழாய் மூலம் இணைக்கப்படும்.

எளிய முறையில் சிறிய கால்வாயின் கரையில் தொட்டி ஒன்று கட்டப்பட்டு அதன் மூலம் இணைப்பு கொடுக்கப்படும். நீரேற்று வாயிலிருந்து குழாய்களின் மூலம் நீரைத் தூய்மிப்பு நிலையங்களுக்குச் செலுத்தித் தூய்மைப்படுத்திப் பின்னர் பயன்படுத்த வேண்டிய பல்வேறு இடங்களுக்குக் குழாய்களின் வழியே நீர் அனுப்பப்படுகிறது. நீர் மிகுதியானால், கால்வாய்கள், குகைப்பாதைகள், குழாய்ப் பாதைகள் எனப் பல வகை வழிகளை அமைத்துப் பயன்படுத்தலாம். இயற்கையான புவி ஈர்ப்பு விசையினால் நீர் ஓடுவதும் உண்டு. சில இடங்களில் அழுத்தம் கொடுத்து நீரினை மேல்நோக்கிச் செலுத்துவதும் உண்டு. குழாய்களின் தரம், வலிமை, குறைபாடுகளை ஆய்ந்தறிந்து பின்னரே பயன்படுத்த வேண்டும்.

வார்ப்பு இரும்பு, எஃகு கற்காரை, வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரை, சிமெட்டி முதலிய மூலப் பொருள்களால் நீர் இணைப்புகளைத் தேர்வு செய்யவேண்டும். தற்காலத்தில் பெருமளவில் இணைக்கப் பல வகையான இணைப்பு முறைகளும் துணைக்குழாய்ப் பகுதிகளும் பயன்படுகின்றன. குழாய்களை முதலில் வரைபடங்களின் மூலம் திட்டமிட்டுச் செம்மையுற அமைக்க வேண்டும்.

குழாய்களை அமைப்பதற்குத் தேவையான ஆழத்தில் 30-45செ.மீ. அகலத்தில் குழிகளை வெட்டிச் சீராக அமைக்க வேண்டும். புவியீர்ப்பு விசையில் நீர் செல்லும் வகையில் சாய்வுகளை அமைத்துக் குழாய்களை இணைக்க வேண்டும். வளைவுகள், பிரிவுகள், கிளைகள்

இருக்குமிடங்களில் அழுத்தங்களைக் கட்டுப்படுத்திக் கற்காரைப் பலகைகள், பிடிமானக் கட்டுமானங்கள் ஆகியவற்றைக் கட்ட வேண்டும். குறிப்பிட்ட நீளத்திற்குப் பாதுகாப்பான முறையில் குழாய்கள் பொருத்தப்பட்ட பின்னர் நீரை உள்ளே செலுத்தித் தேவையான அளவு அழுத்தம் செலுத்தி நீர்ச் செலவு ஆய்ந்தறிய ஏற்பாடுகளைச் செய்ய வேண்டும்.

நீர் இறைப்பான்களும், எக்கிகளும் நீரைத் தேவையான ஆழத்திற்கு அனுப்பப் பயன்படுகின்றன. எக்கிகளின் திறன், பயனளிக்கும் விகிதம், நம்பகத்தன்மை, மின்சார செலவு, விலை ஆகியவற்றைக் கணக்கிட்டுச் சரியான எக்கியைத் தேர்வு செய்ய வேண்டும். புறநோக்கு விசை எக்கி, முன்னும் பின்னும் நகரும் எக்கி, நீரில் மூழ்கி இருக்கும் இறைப்பான் ஆகியவை முக்கியமான எக்கி வகைகள். வழிக் கவாடங்கள் உள்ளமையால் முன்னும் பின்னும் நகரும் எக்கிகள் தூய நீரை மட்டுமே இறைக்க உதவும். இவை அதிக உயரத்திற்குப் பயன்படக்கூடியவை. பெருமளவு நீரினைக் கடத்த உதவும் புறநோக்கு விசை எக்கி, சிறிய மாசுகள் இருப்பினும் மிக விரைவாக நீரைக் கடத்த உதவும். நீரில் மூழ்கி இயங்கும் எக்கி, மிகு ஆழத்தில் செயல்படக் கூடியது. காற்று அழுத்த எக்கிகளும் சில இடங்களில் பயன்படும்.

நீரின் இயற்பிய, வேதிய மற்றும் நுண்ணுயிரிகளின் மாசு அளவுகளைக் கண்டறிய வேண்டும். நீரின் கலங்கல் தன்மை, நிறம், மணம், சுவை முதலிய இயற்பியப் பண்புகளை ஆய்ந்தறிய வேண்டும். நீரில் கரைந்துள்ள நுண்மப் பொருள்கள், கடினத்தன்மை, ஹைட்ரஜன் அளவு, குளோரின், இரும்பு, மங்கனீஸ் வேதிப் பொருள்களின் அளவினையும் நுண்ணுயிரிகளையும் பலவகை ஆய்வுகளின் மூலம் அறிந்து தூய்மைப்படுத்த வேண்டும். நீரைத் தேக்கி வைத்தல், மாசுகளைப் படிய வைத்தல், வடிகட்டுதல் மற்றும் நுண்ணுயிரிக் கொல்லி சேர்த்தல் ஆகிய முறைகளைக் கையாண்டு தூய்மைப்படுத்த வேண்டும்.

தொடர்ந்து நீர் வழங்க வசதியாக ஏதாவது ஒரு பகுதியில் உடைப்பு ஏற்பட்டுவிட்டாலும் பிற பகுதிகள் பாதிப்புறாத முறையில், சிக்கனமான, முழுப் பாதுகாப்புடன் அமைத்துச் செயல்படுத்த வேண்டும். புவி ஈர்ப்பு விசையினாலேயே நீர் அனுப்பும் முறை, நேரிடையாக எக்கியினால் இறைத்து அனுப்பும் முறை, இறைத்துப் பின்னர் தேக்கி வைத்து அனுப்பும் முறை எனப் பல வகையான நீரைப் பரவலாக்கும் முறைகள் உள்ளன.

தொடர்ந்து நீர் வழங்கல், குறிப்பிட்ட நேரம் நீர் வழங்கல் ஆகிய முறைகளைத் தேவைக்கேற்பப் பயன்படுத்த வேண்டும். பரவலாக்கும் முறையில் உள்ள நீரின் அழுத்தம் நீர் பயன்படும் இடம், அளவிகளின் வசதி, சிக்கனத்திற்கான வாய்ப்பு, ஏற்றத் தாழ்வு அமைப்புகள் போன்ற பல காரணங்களைப் பொறுத்து மாறுபடும்.

நீரைத் தேக்கி வைக்கும் தொட்டிகளில் வடிவமும், அமைப்பும் சேமிக்க வேண்டிய நீரின் அளவு மற்றம் தொட்டி கட்டுவதற்குப் பயன்படுத்தவிருக்கும் கட்டுமானப் பொருள்கள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடும். அவை அமைக்கப்படும் உயரங்களும் நீரின் அழுத்தத் தேவைக்கேற்ப மாறுபடும். இந்நீர்த் தொட்டிகளில் நீரின் தூய்மை கெடாதவாறு பாதுகாப்பு ஏற்பாடுகளையும், காற்றோட்ட வசதிகளையும் செய்ய வேண்டும். அவற்றைச் சீராக இயக்க அனைத்துக் குழாய்களையும் கருவிகளையும் இணைக்க வேண்டும்.

குழாய் அமைப்பு முறை, முக்கியக் குழாய்கள், துணை முக்கியக் குழாய்கள், சிறிய பரவலாக்கும் குழாய்கள், நீர் வெளியேற்றும் வழிக் கவாடங்கள் எனப் பிரிக்கப்படுகிறது. மரம் போன்று பல கிளைகள் உள்ள அமைப்பு முறை, சதுரக் கட்டங்களாக அமைக்கும் முறை, வட்ட வடிவமாக அமைக்கும் முறை, ஆரம் போல் அனைத்துத் திசைகளிலும் குழாய்கள் செல்லுமாறு அமைக்கும் முறை என்று திட்டமிட்ட குழாய் அமைப்பியல் முறை நால் வகைப்படும். இவ்வகைகளில் நீரின் வேகம், அழுத்தம் ஆகியவை குறையாமல் நீர் பரவலாகச் செல்லுமாறு அமைக்க வேண்டும்.

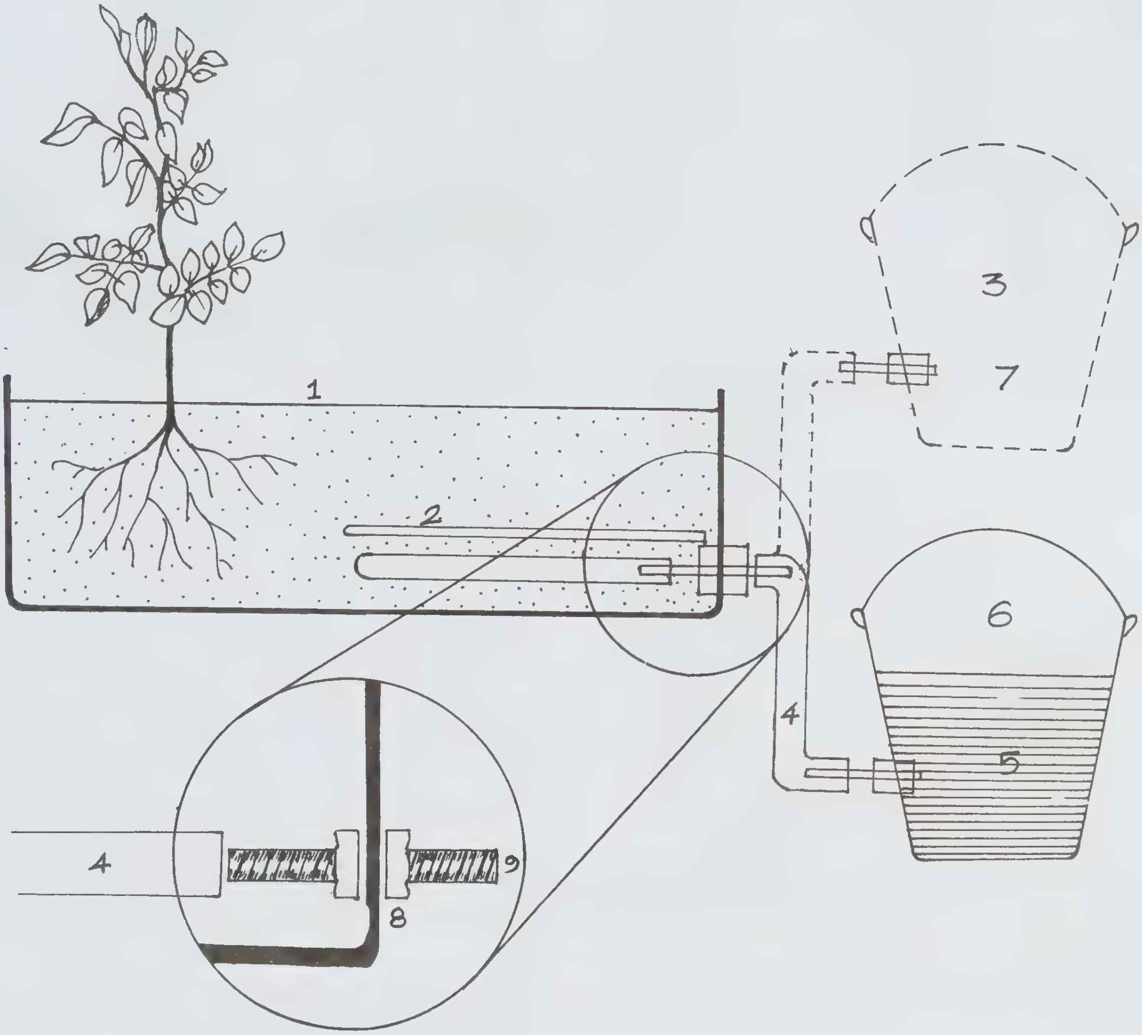
- ஏ.எஸ்.எஸ். சேகர்

நீர் வழிகள்

காண்க : பயண வழிகள், நீர்

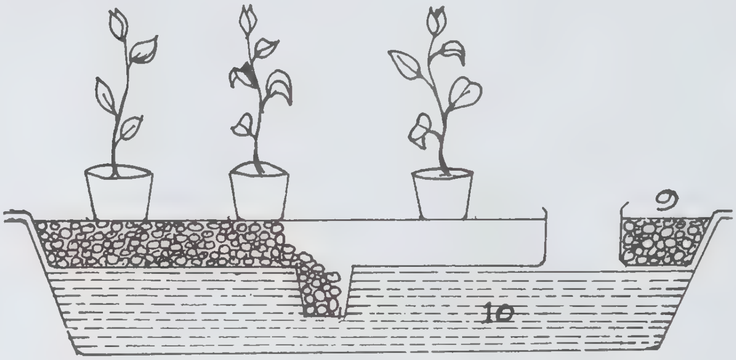
நீர்வழித் தாவர வளர்ப்பு

மண் இன்றி வேறு ஊடகத்தில் தாவர ஊட்டச்சத்துக்கள் கலந்த நீரில் தாவரங்களை வளர்ப்பது நீர் வழித் தாவர வளர்ப்பு முறை (Hydroponics) எனப்படும். தாவரங்கள் வளர்வதற்கு நிலத்திலுள்ள சத்துக்களை வேர் மூலம் எடுத்துக் கொள்கின்றன. மண் இன்றித் தாவரங்களுக்கு வேண்டிய சத்துக்களையும் சில கரிமப் பொருள்களையும் அளித்தால் செடிகள் எளிதில் வளரும் இம்முறையைப் பல ஆண்டுகளுக்கு முன் வல்லுநர்கள் கண்டறிந்துள்ளனர். பல்வேறு தாவர வினையியலைக் கண்டறிய மண் இன்றி வேறு ஊடகங்களில் தாவரங்களை வளர்க்கும் முறை கையாளப்பட்டு வந்தது.

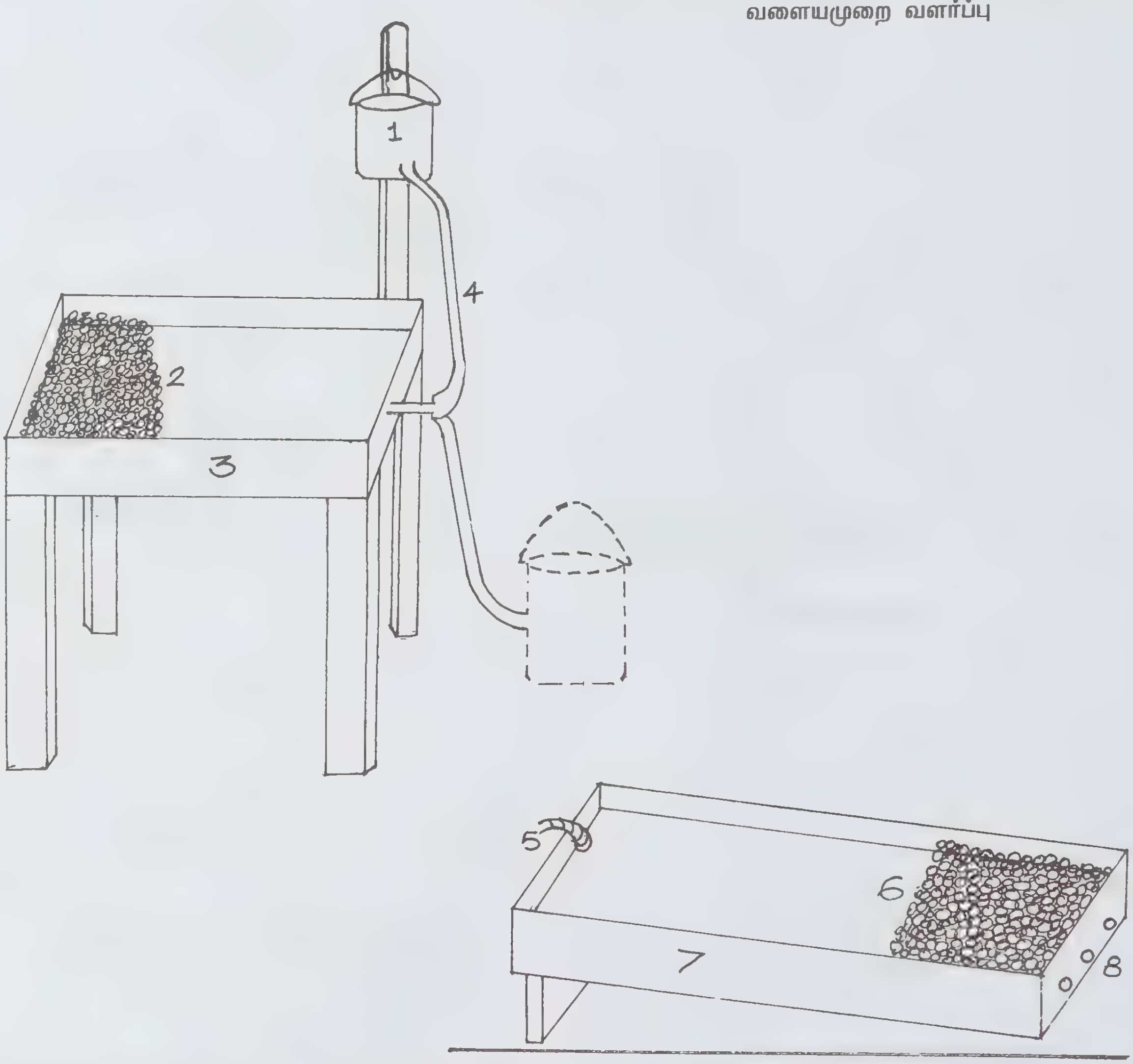


1. சிறுகற்கள் நிரம்பிய தொட்டி
2. சத்துநீர்க் குழாய் பாதுகாக்கும் தடுப்பு
3. சத்துநீர்த் தொட்டியின் மேற்புறம்
4. குழாய், குழாய்
5. சத்துநீர்
6. சத்துநீர்த் தொட்டியின் கீழ்ப்புறம்
7. சத்துநீர்
8. திருகு
9. திருகுடன் கூடிய குழாய்

இல்லங்களுக்கேற்ற நீர்வழித் தாவர வளர்ப்பு முறை



வளையமுறை வளர்ப்பு



படம் 2. 1. சத்துநீர் 2. ஊடகம் 3. ஊடகத் தொட்டி 4. ரப்பர்க் குழாய் 5. சத்துநீர்க் குழாய் 6. சிறுசரளைக் கற்கள் 7. மரம் அல்லது கற்காரைத் தொட்டி 8. வடிகால் 9. சிறுகற்கள் 10. சத்துநீர்

நீர்வழித் தாவர வளர்ப்பு

வணிக முறையில் பல்வேறு உணவுப் பயிர்களையும், தோட்டக் களைப்பயிர்களையும் பயிரிடப் பெருமுயற்சி மேற்கொள்ளப்பட்டு வெற்றிகரமாகக் கையாளப்படுகிறது.

நீர்வழித் தாவர வளர்ப்பு முறையினால் பல்வேறு நன்மைகள் விளைகின்றன. இம்முறையில் தாவரங்களின் விளைச்சல் அதிகரிக்கிறது. பண்ணை நிலங்களற்ற இடங்களுக்கு இது ஏற்றது. மக்கள் நெருக்கமிக்க நகரங்களில் வாழும் மக்கள், புத்தம் புதிய காய்கறிகளையும், கனிகளையும் தங்களிடமுள்ள குறைந்த அளவு இடத்திலும் வளர்த்துப் பயனடையலாம். இம்முறையினால் எப்பருவத்திலும் பயிர்களைச் சாகுபடி செய்யலாம். மலைப்பகுதி, மணற்பாங்கான பகுதி, மண் வளம் குன்றிய பகுதி, தரிசு நிலம் ஆகியவற்றில் நீர்வழித் தாவர வளர்ப்பு முறை மூலம் தாவரங்களை எளிதில் பயிராக்கலாம்.

இம்முறையில் செடிகள் நன்கு வளர்வதுடன், நோய்களும், பூச்சிகளும் தாக்குவதில்லை. களைகள் வளர வாய்ப்பில்லையாதலால் செடிகளின் வளர்ச்சியும், விளைச்சலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. வடிகால் வசதி அமைந்திருப்பதால், வேரின் வளர்ச்சி நன்முறையில் அமைகிறது. இயற்கையின் பாதிப்புகள் குறைவாதலால் விளைச்சல் பெருகிட வாய்ப்பு மிகுதி. இம்முறையில் வளரும் பூக்கள், கனிகள் ஆகியன மணத்துடனும், தரத்துடனும் காணப்படும். கரிம உரங்கள் இம்முறையில் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. உரங்கள் சத்து நீராகச் செடிகளுக்கு நேரடியாகக் கிடைப்பதால், பொருட் செலவும் தவிர்க்கப்படுகிறது. இயற்கையின் சில எதிர்பாராத பாதிப்புகளான வறட்சி, மண் அரிப்பு போன்றவையும் நிகழ வாய்ப்பில்லை.

நீர்வழித் தாவர வளர்ப்பு முறையில், தாவரங்களுக்கு தேவையான நீர் குறைவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நிலத்தைப் போல் அன்றி அளிக்கப்படும் நீர் அனைத்தும் தாவரத்தின் வளர்ச்சிக்குப் பயன்படுகிறது. இம்முறையில் தாவரங்களை வளர்க்கக் குறுகிய இடம் தேவைப்படுவதால், பின்செய் நேர்த்தி, பயிர்களுக்கிடையே குறுகிய இடைவெளியுடன் பயிர்கள் எண்ணிக்கையை அதிகரித்தல், விளைச்சல் கூடுதல் போன்ற நன்மைகள் உள்ளன. நீர்வழித் தாவர வளர்ச்சிக்கு ஒளி, சத்துநீர், சிறந்த வடிகால், காற்று முதலானவையும் வேர் நன்கு பிடிப்புடன் வளர ஓர் ஊடகமும் (medium) தேவைப்படுகின்றன.

நீர்வழித் தாவர வளர்ச்சிக்குத் தேவையான தொட்டி சிறிய அளவிலோ பெரிய அளவிலோ இருக்கலாம். இல்லங்களுக்கு ஏற்றவாறு சிறிய தொட்டிகளில் காய்கறிகளைப் பயிரிடலாம். இரும்பு மற்றும் துத்தநாகக் கலவையிலான தொட்டிகளைத் தவிர வேறு எவ்வகைப் பொருள்களினால் ஆன தொட்டிகளையும் பயன்படுத்தலாம். தொட்டியின் ஆழத்தையும் அளவையும் இடவசதிக்கேற்ப வரையறுத்துக் கொள்ளலாம். மிகையான சத்துநீர் வடியத் தொட்டிகளின் ஒரு புறத்தில் வடிகால் குழாய்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. வடிகால் குழாய்கள் வழியாக வழிந்தோடும் சத்து நீர், வடிகால் தொட்டிகளில் சேர்ந்து மீண்டும் தொட்டிகளுக்கே பாய்ச்சப்படும். மரம், செங்கல், கற்காரை, பிளாஸ்டிக், அஸ்பெஸ்டாஸ் போன்ற பொருள்களால் ஆன தொட்டிகளைப் பயன்படுத்தலாம். பெரிய அளவிலமைந்த இடங்களில் நீண்ட மேஜை வடிவில் கற்காரைப் பலகைகள் அமைத்து இம்முறையைச் செம்மையாகச் செய்கின்றனர். பாலிதீன் காகிதங்கள், ரப்பர் காகிதங்கள் போன்றவற்றை ஆழம் குறைந்த பெட்டிகளில் பரப்பிப் பயன்படுத்தலாம். பாத்திகளின் ஓரங்களைச் செங்கற்கள் அல்லது கற்கள் கொண்டு மூடிவிடலாம். பலகைத் துண்டங்கள் கொண்டு அமைக்கப்படும் பாத்திக்கு வண்ணப்பூச்சு தேவை. அஸ்பெஸ்டாஸ் பலகைகளால் செய்யப்பட்ட தொட்டிகள் நன்கு உறுதியானவையாகவும், மலிவானவையாகவும், நீண்ட காலம் தாங்குபவையாகவும் உள்ளன. மேலும் இவற்றை வேறு இடங்களுக்கு மாற்றியமைப்பதும் எளிது.

நீர்வழித் தாவர வளர்ச்சிக்குப் பல்வேறு ஊடகங்கள் பயன்படுகின்றன. சிறு சரளைக் கற்கள், சிறு கருங்கல் சிப்பிகள், செங்கல் கட்டிகள், மணல் முதலானவை பயனாகும். வங்காள மாநிலத்தில் நீண்ட காலமாக நடைமுறையிலுள்ள இம்முறையில் சிறு கற்கள், சிறு செங்கற் கட்டிகள், சிறிதளவு மணல் ஆகியன ஊடகமாக உள்ளன. செடிகளின் வேர்கள் நன்கு பரவி வளரவும், தகுந்த காற்றோட்டம் இருக்கவும் இந்த ஊடகம் வழி செய்கிறது. மக்கிய மண் கலந்த சிறுகற்களாலான கலவையையும் பயன்படுத்தலாம்.

தூய்மையான மணல், மரத்தூள் போன்றவற்றையும் ஊடகமாகப் பயன்படுத்தலாம். ஊடகம் எதுவாக இருப்பினும் அது செடிகளின் வேர் வளர்ச்சிக்கு ஏற்றதாகவும், ஈரத்தைச் சிறிதளவு நிலைத்து வைக்க வல்லதாகவும், காற்றோட்டமுள்ளதாகவும் அமைய வேண்டும். பெரும் கற்களை உடைத்துச் சிறு பொடிக்கற்களாக்கிப் பயன்படுத்தலாம். வங்க மாநில, நீர்வழித் தாவர வளர்ப்பு முறையில் சிறு கற்களும், மணலும் சேர்ந்த கலவை ஊடகமாகப் பயன்படுகிறது. ஊடகங்களை நன்னீரால் நன்கு கழுவி உலரவைத்து, பூச்சிகொல்லிகளால் தூய்மை செய்து பின் தொட்டிகளில் நிரப்ப வேண்டும். பார்மலின் என்னும் பூச்சுகொல்லியால் தூய்மையாக்கப்பட்ட ஊடகம் பெரும்பாலும் தொட்டிகளில் இடப்படுகிறது. இலை

மட்குடன் கூடிய பீட் என்னும் ஊடகத்தைக் கொதிநீரால் கழுவி, பின் நன்கு உலர்த்திப் பயன்படுத்துதல் நல்லது. பயன்படுத்தப்படும் ஊடகங்கள் கார அமிலத் தன்மை, உப்பு ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்கக்கூடாது. கார, அமில ஊடகங்களைத் தகுந்த முறையில் நீக்கிய பின்னர் பயன்படுத்துதல் நல்லது.

பாத்திகளில் ஊட்டச் சத்துநீரைப் பாய்ச்சவும், ஊடகம் தொடர்ந்து ஈரப்பதத்துடன் இருக்கவும் சிறிய நீரேற்றும் மின்கருவிகள் தேவைப்படும். சத்துநீர்த் தொட்டிகளில், சத்துநீரைக் குறிப்பிட்ட காலங்களில் கலக்கிச் சமநிலை அடையச் செய்யக் கலக்கிகள் தேவைப்படும். வடிகால் குழாய்கள் ரப்பர் அல்லது பாலிதீன் போன்றவற்றால் செய்யப்பட்டிருந்தால் நீண்ட காலத்திற்குப் பயன்படும். எடை பார்க்கும் கருவி, வெப்பமூட்டும் கருவி, கார அமிலத் தன்மையை அளக்கும் கருவி போன்றவை தேவைப்படுகின்றன. கோடைக் காலங்களில் பாத்திகளில் வளரும் செடிகளுக்குத் தகுந்த நிழல் தேவை.

நீர்வழித் தாவர வளர்ப்பிற்கு, கார அமிலத் தன்மையற்ற நன்னீர் மிகுதியாகத் தேவைப்படும். கடினநீரில் வேதிச் சத்துக்கள் எளிதில் கரையா. மற்றும் செடிகளுக்கு இவை எளிதில் கிடைக்காமல் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படும். மழை நீரில் உப்பு மிகக் குறைந்தளவே உள்ளமையால், இம்முறையில் தாவரங்களை வளர்ப்பதற்கு மழைநீர் மிகவும் ஏற்றது. வேதி ஊட்டச் சத்துகள் நீர்வழித் தாவர வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாதவை. வேதிக் கலவைகளை உலர்ந்த இடங்களில் சேமித்து வைத்தல் வேண்டும். சில வேதிப் பொருள்கள் காற்றிலுள்ள ஈரத்தை உறிஞ்சும் தன்மையுள்ளவை. நீர்வழித் தாவர வளர்ச்சிக்குப் பலவகை ஊட்டச்சத்துக் கலவைகள் உள்ளன. அவற்றில் செடிகளின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான சத்துகள், நுண்ணூட்டச் சத்துகள் ஆகியன தகுந்த விகிதத்தில் கலக்கப்படுகின்றன. வளர்க்கப்படும் தாவரத்தைப் பொறுத்து ஊட்டச்சத்துக் கலவை பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. ஊட்டச்சத்து நீர் தயாரிக்கப் பல்வேறு கலவைகள் பரிந்துரைக்கப்பட்டபோதிலும், நீரின் தன்மை, வளர்க்கும் தாவரம் முதலியவற்றைப் பொறுத்துக் கலவையைத் தெரிந்தெடுத்தல் நல்லது.

பெரும்பாலான காய்கறிச் செடிகளை வளர்க்க அம்மோனியம் பாஸ்ஃபேட் 0.2கிராம், கால்சியம் நைட்ரேட் 0.49 கிராம், பொட்டாசியம் நைட்ரேட் 1.02 கிராம், மக்னீசியம் சல்பேட் 0.49 கிராம் என்னும் அளவில் எடை பார்த்து 1 லி. நீரில் கலக்க வேண்டும். இதை தவிர, நுண்ணூட்டச் சத்துக்களையும் இந்நீரில் கலக்க வேண்டும். போரிக் அமிலம் 2.86 மி.கி., மங்கனீஸ் குளோரைடு 1.8 மி.கி., தாமிர சல்ஃபேட் 0.08 மி.கி., இரும்பு சல்ஃபேட் கரைசல் 0.6 மி.லி., துத்தநாக சல்ஃபேட் 0.22 மி.கி., மாலிப்டினம் அமிலம் 0.09 மி.கி., நுண்ணூட்டச் சத்து ஆகியவற்றை 100 லி. நீருக்கு ஏற்றவாறு தயாரித்துப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

கோடைக் காலங்களில் நீர் மிகுதியாகத் தேவைப்படுவதால், மிகு அளவு நீர் அளிக்கப்பட வேண்டும். மழைக் காலங்களில் அளிக்கப்படும் நீரினளவும், கால இடைவெளியும், ஊடகத்தினுள் உள்ள ஈரத்தன்மையைப் பொறுத்து அறுதியிடப்படும். இவ்வாறு இடப்படும் ஊட்டச் சத்து நீர், ஊடகத்தின் மேற்பரப்பினின்று கீழ்நோக்கி வடிந்து ஊடகத்தை ஈரமாக்கி, எஞ்சிய நீர் வடிகால் குழாய்களின் மூலம் தொட்டியில் சேரும். வடிகால் தொட்டியிலுள்ள நீரின் கார, அமிலத் தன்மையை 3 நாள்களுக்கொருமுறை பரிசோதித்து, கார அமிலத்தன்மை ஏறக்குறைய 6 என்னும் விகிதத்தில் அமையும்படிச் செய்து, மீண்டும் மேற்பரப்பிற்குக் கொண்டுவந்து உலர்ந்துவிடாதபடி மெதுவாக நீர்ப் பாய்ச்ச வேண்டும். நல்ல காற்றோட்டமும், வடிகால் வசதியும் செடிகள் தழைத்து வளர வழிவகுக்கும். பீட்ரூட், டர்னிப் போன்ற வேர்க்கிழங்குகளில் சிறிது நாள்களுக்குப் பின் செடிகளைச் சுற்றி ஊடகத்தால் அணைத்துவிட வேண்டும். ஊடு பயிரிடல் முறையை, நீர்வழித் தாவர வளர்ச்சி முறையிலும் கையாளலாம். முள்ளங்கியும் கேரட் பயிரும் ஊடுபயிராக வளர்க்கப்படும். இதே போல் உருளைக்கிழங்கு, மக்காச்சோளம் ஆகியவற்றையும் ஊடு பயிராக வளர்க்கலாம். பலபயிர்ச் சாகுபடி இம்முறையில் எளிதாகும்.

நீர் வழித் தாவர வளர்ச்சியில், தட்பவெப்பநிலையில் பெரிதும் மாறுபாடு இராவண்ணம், கோடைக்காலத்தில் சற்று நிழலும் பனிக் காலங்களில் தகுந்த வெப்பமூட்டும் ஏற்பாடுகளும் அமைத்தால், அனைத்துத் தாவர வகைகளையும் எந்தப் பருவத்திலும் வளர்க்க முடியும். இல்லங்களில் வளர்க்கப்படும் செடிகளைத் தகுந்த சூரிய ஒளி படும்படி அமைக்கவேண்டும். புகையும், நச்சு வளிமங்களும் தாவரங்களைத் தாக்காதவாறு தகுந்த இடத்தில் செடிகளை வளர்க்க வேண்டும்.

- கு. பத்மநாபன்

நீர்வழித் தூய்மைக் கேடு

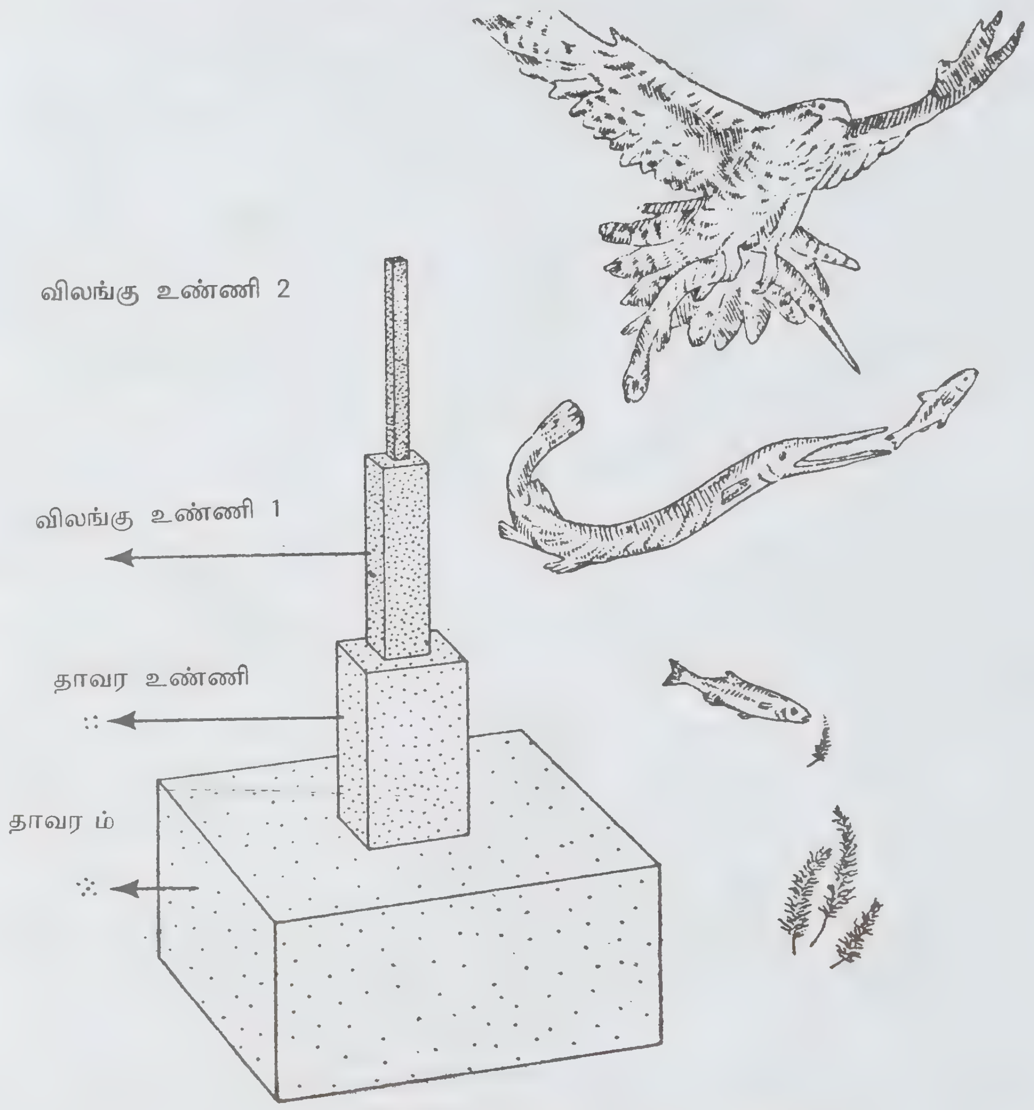
உலக மக்கட் சமுதாயத்தின் நாகரீக மேம்பாட்டிற்கு நிலைக்களமாக அமைந்தனவற்றுள் முதலிடம் பெறுவன நீர் நிலைகளாகும். நாகரிக வளர்ச்சியும் தொழிற்பெருக்கமும் நன்னீரைப் பல்வகையாலும் மாசடையச் செய்கின்றன. நீர் தூய்மையிழந்தால் அதன் தனித்தன்மைகளில் மாறுபாடு

நீரின் தன்மையை மாசுபடுத்தும் தொழில் முறைகள்

1. மண் அரிப்பு 2. ஊட்டச்சத்துகள் நீரில் கலத்தல் 3. நகரக் கழிவுத் தூய்மிப்புக் கழிவுகள் 4. நகரக் கழிவுநீர் 5. பல்வேறு தொழிற்சாலைக் கழிவுகள் 6. வெப்பநீர்க் கழிவுகள் 7. கதிரியக்கக் கழிவுகள் 8. நச்சுப்புகை நீரில் கலத்தல் 9. எண்ணெய்க் கழிகள் 11. பூச்சிகொல்லி மருந்தால் நீர் மாசுபடல் 12. வேதி உரத்தால் மாசுபடல் 13. பண்ணைக் கழிவால் மாசுபடல்

ஏற்படுகிறது. நீரின் வெப்பநிலையில் மாற்றமேற்பட்டால் ஆக்சிஜன் அளவு குறைகிறது. நாட்டின் பல தொழிற்சாலைகளாலும் அணு உலைகளாலும் நீரின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கப்பட்டு ஆக்சிஜன் அளவு குறைந்து நீர்வாழ் உயிரினங்கள் அழிகின்றன. சிலவகை நச்சு நீர் மனிதனுக்கு உணவாகி நோய்களை விளைவிக்கிறது.

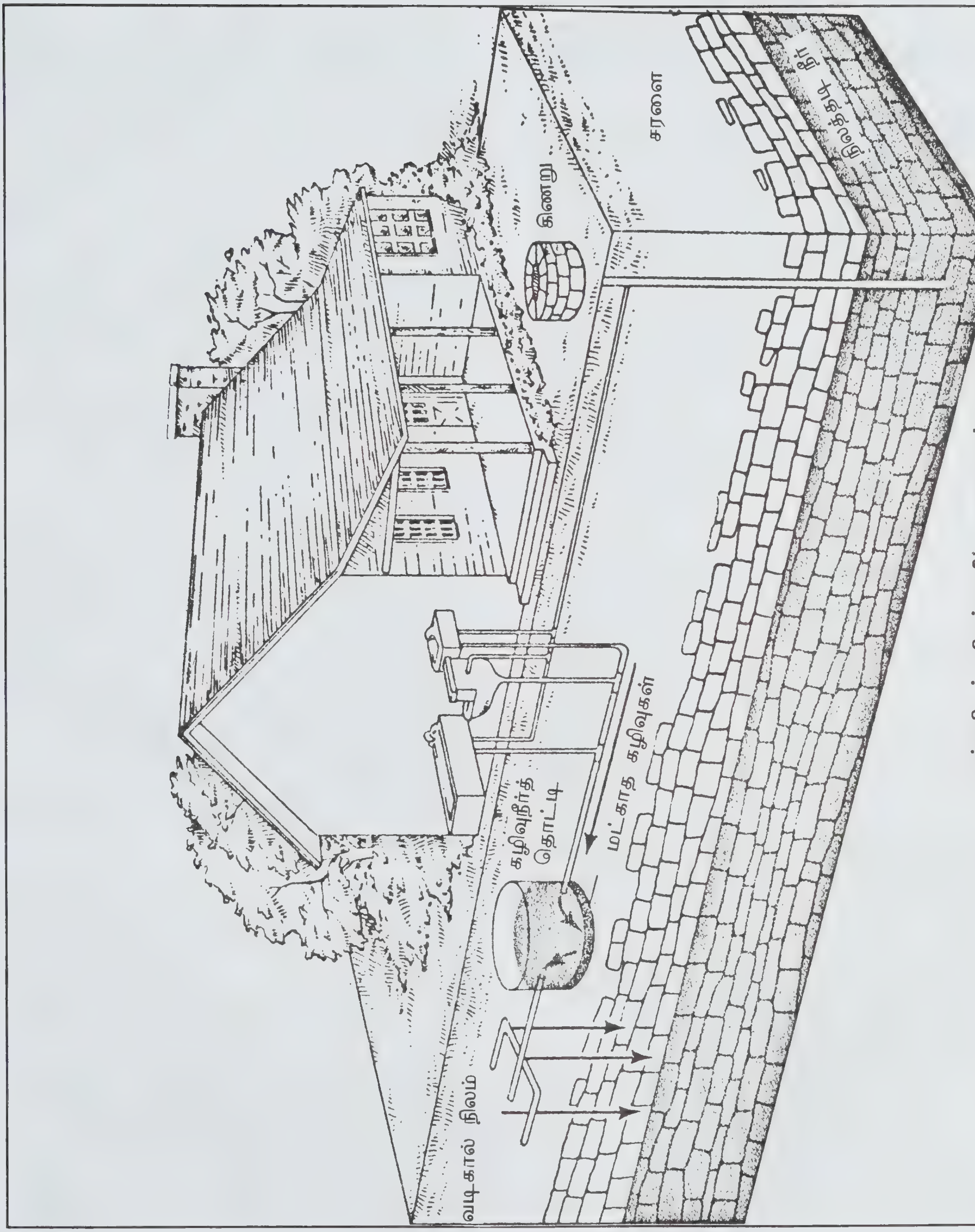
மனித குலத்திற்கும், உயிரினங்களுக்கும் சிறந்த தொண்டாற்றும் நீர் நிலைகளில் நவீன சாகுபடி முறைகளும், பசுமைப் புரட்சியை ஏற்படுத்தப் பல முனைகளிலும் மேற்கொள்ளப்பட்டு வரும் செயற்கை உரமிடல், பூச்சிகொல்லி மருந்துத் தெளித்தல் போன்றவையும் மறைமுகப சுற்றுப்புறத்தையும் நீரையும் மாசுபடுத்துகின்ற பூச்சிகொல்லிகள், செயற்கை உரங்கள் ஆகியன நீரில் ச கழிவு நீராகக் கழிமுகப்பகுதிகளை வந்தடைகின்றன. ஆறுநீர் நிலைகளில் உள்ள உயிரினங்கள் இதனால் பாதிக்கப்படுகின்றன. காளான் கொல்லிகளில் உள்ள பாதரசம் நீர்வாழ் உயிரினங்களுக்குப் பெரும் நஞ்சாக உள்ளது. நச்சு நிறைந்த இவ்வுயிரினங்களைப் பிற உயிரினங்கள் உண்ணும்போது கேடு சூழ்கிறது. போக்குவரத்துத் துறையில்,



உணவுச் சங்கிலியில் டி.டி.டீ. நிலைத்தல்

கடல், தரை, வான்வழி, விண்வெளி ஆய்வுகளால் இடையறாது எரிபொருள் கழிவு உமிழப்படும்போது நீர் மாசடைகிறது. கதிரவனின் கதிர்கள் நச்சுப்புகை வழியே வர நேரிடுவதால் மேலும் சில தீமைகள் நீரில் ஏற்படுகின்றன.

பண்ணை நிலங்களில் வளரும் ஆடு மாடு முதலியவற்றிலிருந்து பெறப்படும் தோலைப் பதனிட நாடெங்கிலும் தோல் பதனிடும் தொழிற்சாலைகள் உள்ளன. இவற்றிலிருந்து வெளியாகும் கழிவு நீரில் குளோரைடுகள், கரிமப் பொருள்கள் போன்றவை ஆறு மற்றும் கிணற்று நீர்நிலைகளைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றன. இவ்வாலைகளுக்கு அண்மையிலுள்ள நீர், தூய்மையிழந்து குடிக்கவோ, வேளாண்மைக்கோ பயனற்ற நிலையை அடைகிறது. ஊசித் தொழிற்சாலைகள் சையனைடை நீரில் கலக்கும் வண்ணம் அமைந்துள்ளன. ரேயான் தொழிற்சாலை, சாயத் தொழிற்சாலை, துணிகளுக்கு அச்சு அடிக்கும் தொழிற்சாலை ஆகிய யாவும் வேதிப் பொருள்களை இடையறாது நீருடன் கலக்கவிட்டு, கழிவுநீரைத் தூய்மைப்படுத்தாது வெளியிட்டு வருகின்றன. நீர்மங்களைக் காய்ச்சி வடித்துத் தூய்மை செய்யும் தொழிற்சாலைகள் கழிவுகளை நீருடன் கலக்கவிடுகின்றன. இதனால் மணமும், தன்மையும் பாதிக்கப்படுகின்றன. கிணற்றுநீர், குளம், ஏரி போன்றவையும் இதனால்



நகரக்கழிவும் நிலத்தடிநீர் மாசுபடலும்

மாசடைகின்றன. ஜவ்வரிசித் தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளியாகும் கரிமப்பொருள்கள் நீருடன் சேரும்போது நீரிலுள்ள ஆக்சிஜனைப் பாதிப்பதுடன் கெடுமணத்தையும் வீசுகின்றன.

காகிதத் தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளியாகும் கழிவு கரிமத்தன்மையும் உப்புக் கரைந்த காரத்தன்மையும் பெற்றுள்ளது. காகிதக் கூழ் பல நேரங்களில் ஆறுகளில் கலக்கவிடப்படுகிறது. இது நீரின் மணம், நிறம் போன்றவற்றைப் பாதிப்பதோடு, நீரிலுள்ள ஆக்சிஜன் அளவையும் குறைக்கிறது. இந்தக் கழிவு நீரிலுள்ள உப்பு விளை நிலங்களைப் பாதித்து உவர் மற்றும் களர் நிலங்களாக மாற்றுகிறது. மரச்சிம்பு, நீரில் கரையாத இழை, வேதிப்பொருள் ஆகியவை நீரோடையிலும் ஆற்றிலும் கலந்துவிடுகின்றன. கழிவுகளிலுள்ள நச்சுப் பொருள்களை வடிகட்டிப் பிரித்தெடுத்து, நன்னீராக்கி மீண்டும் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுத்துகின்றனர். உலோகத் தொழிற்சாலை, மின்முலாம் பூசும் கருவி ஆகியவற்றிலிருந்து வெளியாகும் கழிவுநீரில் சையனைடுகள் மிகுந்துள்ளன. இக்கழிவு நீர் சில நேரங்களில் அமிலத் தன்மை கொண்டுள்ளமையால் தீமை செய்கிறது.

வேதித் தொழிற்கூடங்களில் வெளியிடப்படும் கழிவு நீரில் உப்பு அடர்த்தியும் அமிலத் தன்மையும் மிகுந்துள்ளமையால் கழிவுநீர் கிணறுகளில் சேர்ந்து நீர் தூய்மையை இழக்கிறது. ஆற்றுநீரில் கலந்தால் மீன் மூலமாகவும், நீர் மூலமாகவும் இப்பொருள்கள் மனிதரை அடைந்து சொல்லொண்ணாத் துன்பம் தருகின்றன. சர்க்கரை ஆலைகளில் வெளியாகும் கழிவு நீர் தேங்கி, நிலத்தடி நீரைப் பாதிப்பதால், கிணற்று நீர் குடிக்கவோ, வேளாண்மைத் தொழிலுக்கோ பயனற்ற நிலையை அடைகிறது. பிளாஸ்டிக், கல்கரி போன்ற தொழிற்சாலைகளிலுள்ள கழிவு நீர் ஃபினால் போன்ற நச்சுத் தன்மையுள்ள வேதிப் பொருள்களைப் பெற்றுள்ளமையால் நீரின் மணமும் சுவையும் மாறிவிடுகின்றன.

அணு நச்சுக் கழிவுகளால் வளிமண்டலமும், சூழலும் மாசுபட்டு, கதிரியக்கத் துகள்கள் (radio active particles) நீரிலும் கலந்து நீர்நிலைகளை அடைகின்றன. இவ்விதமாக நீரில் களங்கமேற்படுத்தும் இத்துகள்கள் தூய நீருக்கு நிறமாற்றமோ, மணமோ, சுவையோ ஏற்படுத்துவதில்லை. கதிரியக்கப் பொருள்கள், நீரின் மூலம் மனிதரை அடைந்து, உடலில் தங்கிக் குருதிச் சோகை, புற்றுநோய் போன்றவற்றை உண்டாக்குகின்றன.

நதிகள் மூலம் கடல் பரப்பும் தூய்மையிழக்கிறது. வேண்டாப் பொருள்களைப் பல நாட்டவரும் கடலில் சேமித்து வைத்துக் கடலின் தூய்மையை இழக்கச் செய்கின்றனர். கதிரியக்கக் கழிவுகள் கடல் நீரில் கலக்கப்படுகின்றன. ஆய்வுக் கப்பல்களால் நடத்தப்பட்ட ஆய்வுகள், நீர்ப்புலத்தில் மிதக்கும் எண்ணெய், தார், பிளாஸ்டிக் துணுக்குகள் முதலானவை மிதப்பதைக் காட்டுகின்றன. மிக விரிவான அட்லாண்டிக் ஆய்வுகள், குரூட் ஆயில் போன்ற எண்ணெயின் அளவு, கப்பலின் சேகரிப்பு அடைப்புகளினின்றும் குழல் போன்று வெளித் தள்ளப்படும் அளவிற்கு அடர்ந்து பரவியுள்ளதாகத் தெரிவிக்கின்றன. ஒவ்வோராண்டும் ஏறத்தாழ 2 மில்லியன் டன் அளவுள்ள பெட்ரோலியப் பொருள்கள், எண்ணெய்க் கப்பல்களினின்றும், பிற வழிகளிலும் கடலில் சேர்கின்றன. பெட்ரோலியம், பிளாஸ்டிக் போன்றவற்றால் கடல் பரப்பு களங்கப்படுவது மீனினத்திற்கும், ஏனைய நீர் வாழினத்திற்கும் பேரிடராக அமையும். தூய்மை செய்யப்பட்ட பெட்ரோலியப் பொருள்கள் சிற்சில நீர் வாழினங்களில் இனப்பெருக்கத்திற்கு ஊறு விளைவிக்கின்றன. மீன்களின் கல்லீரலில் ஹைட்ரோகார்பன்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

மாசு தங்கிய நீரில் ஆல்கா, பாசி போன்றவை வளர்ந்து விரும்பத்தகாத மணத்தை உண்டாக்கி, நீரின் தரத்தைக் குறைக்கின்றன. இவ்வாறு மாசுபட்ட நீரை நன்னீராக்கப் பெரும் பொருட்செலவு ஏற்படுகிறது. நகரக் கழிவு நீரில் அதிக அளவு நுண்ணுயிர்த் தாவரங்கள் வளர ஏற்ற ஊட்டச்சத்துகள் அடங்கியுள்ளன. டி.டி.டி. (D.D.T.) முதலான பூச்சிகொல்லி மருந்துகள் உணவுச் சங்கிலி (food chain) மூலமாக உயர் மட்ட விலங்கினங்களால் உட்கொள்ளப்பட்டு, நச்சுத்தன்மை அவற்றின் உடலில் தங்கிப் பல்வேறு தீமைகள் உண்டாகின்றன. நீருடன் அடித்துச் செல்லப்படும் பூச்சிகொல்லி மருந்துகளில் குளோரினேட் ஹைட்ரோகார்பன்கள் சூழ்நிலையையும் மனித நலத்தையும் பாதிக்கின்றன. பிசிபி (PCB) போன்ற மருந்துப் பொருள்கள் பூச்சி கொல்லியாகச் செயல்படாவிடினும், அதிக வெப்பநிலையில், நிலைத்த தன்மை கொண்டுள்ளமையால் மின் கருவி உற்பத்திக்குப் பயன்படுகின்றன. இத்தொழிற்சாலை களிலிருந்து வெளியாகும் கழிவு நீர், விலங்குகளின் உடலில் உள்ள கொழுப்புத் திசுக்களில் தங்கிப் பல்வேறு வினையியல் மாற்றங்களை உண்டாக்குகிறது.

மின் உற்பத்தி ஆலைகளினின்று மிகுவெப்பமான நீர் வெளியேற்றப்படுகிறது. இது சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையிலுள்ள தாவரங்களையும், நீர்வாழ் உயிரினங்களையும் அழிக்கிறது. வெப்ப நீரோடைகள், நீர்வாழ் உயிரினங்களின் சுவாசித்தலை அதிகப்படுத்தி, நீரிலுள்ள ஆக்சிஜன் அளவைக் குறைக்கின்றன.

மேலும், நீரின் நச்சுத்தன்மை, பல்வேறு வேதிப் பொருள்கள் காரணமாகப் பெருந்தீங்கை விளைவிக்கிறது. கோடைக் காலங்களில் அதிக மின்னாற்றல் தேவைப்படும்போது, வெப்ப நீர் மிகுதியாக வெளியேற்றப்படுவதால், நுண்ணுயிரிகளும், தாவரங்களும் உயர் வெப்பநிலையைத் தாங்கமுடியாமல் மடிகின்றன.

மழைத் துளிகள் மண்ணின் மேற்பரப்பில் படுவதால், மண் துகள்கள் வழிந்தோடும் நீரின் ஒளிபுகும் தன்மையைப் பாதிக்கின்றன. மண் அரிப்பால் (soil erosion) பயிர் நிலங்கள் பாழாவதுடன் அரிக்கப்பட்ட மண், நன்னீர் நிலைகளையடைந்து மாசுபடுத்துகிறது. இவ்வாறு படிந்த மண்ணை அகற்றச் செலவு மிகுதியாவதுடன், நீர்ப்போக்குவரத்தும் இதனால் பாதிக்கப்படுகிறது. மண் அரிப்பைத் தடுக்க ஏற்ற பல்வகைத் தாவரங்களைக் கரை ஓரங்களில் வளர்த்துப் பாதுகாக்கலாம்.

கழிப்பறைகளிலிருந்து வெளியேறும் கழிவுநீர் தகுந்த வடிகால் அமைப்புடன் செயல்படாவிடில், நிலத்தடி நீர் மாசுபடுகிறது. நிலத்தடி நீரில் நோய் உண்டாக்கும் நுண்ணுயிரிகள் காணப்படுகின்றன. ஹைட்ரேட்டுகள் கலந்த நீரைப் பருகும் கால்நடைகளில் கருச்சிதைவும், உடல் நலக்குறைவும் ஏற்படுவது கண்டறியப்பட்டுள்ளது. நவீன உரங்கள் மூலம், நிலத்தடி நீரிலுள்ள ஹைட்ரேட்டுகளின் அளவு உயர்கிறது. சில கழிவறைகளில் கொள்ளளவு போதாமையால் கழிவு நீர் வெளியேறச் சுற்றுப்புறத்தையும், நன்னீரையும் மாசுபடுத்தும். நச்சுத் தன்மை வாய்ந்த பொருள்களைப் பிரித்தெடுத்து, நீரின் மாசுத்தன்மையைக் குறைத்து நன்னீரைப் பயனுள்ள வழிகளில் செலுத்துவதால் நீர் மாசுபடுதலைப் பெருமளவில் தவிர்க்கலாம்.

- கு. பத்மநாபன்

- கா. சிவப்பிரகாசம்

நீர் வழி நோய்கள்

கால்நடைகளுக்கு மிகவும் இன்றியமையாத நீர் ஆறு, ஏரி, குளம், கிணறு போன்ற நீர்நிலைகளிலிருந்து கிடைக்கிறது. இந்த நீர் தூய்மையாகவும் நுண்ணுயிரி அற்றதாகவும் இருக்க வேண்டும். இல்லாவிடில் இதுவே நோய் பரவுவதற்கு அடிப்படையாகிவிடும். கால்நடைகளைத் தாக்கும் பெரும்பாலான நோய்கள் நீரின் மூலமாகவே பரவுகின்றன.

காரணங்கள். தூய மழைநீர் மென்மையாகவும், நுண்ணுயிரி அற்றும் உள்ளமையால் கால்நடைகளுக்கு மிகவும் ஏற்றதே. ஆயினும் இம்மழைநீர் சுகாதாரமற்ற தொட்டிகளிலும் குளம் குட்டைகளிலும் தேங்கிவிடுவதால் பயனற்றதாகிவிடுகிறது. குளம் குட்டைகளில் உள்ள சகதி, அழுக்கு, ஒட்டுண்ணிகளின் முட்டை, இளம் புழுக்கள் ஆகியவை இந்நீரைக் கெடுத்துவிடுகின்றன. வேனிற்காலத்தின்போது இந்நீர் நிலைகளின் மேற்புறத்தில் பச்சை நிறப் பாசி படிந்து கிடப்பதுண்டு. கிராமப் பகுதிகளில் குட்டைகள் மட்டுமே கால்நடைகளுக்கு நீர் கிடைக்கக்கூடிய இடமாக அமைந்துவிடுவதுண்டு. இதனால் பல்வேறு நீர் வழி நோய்கள் பரவுவதற்கு வாய்ப்பேற்படுகிறது. சில இடங்களில் ஆறு, ஓடை, வாய்க்கால் போன்ற பகுதிகளில் தேங்காமல் ஓடும் நீர் கால்நடைகளுக்குக் கிடைப்பதுண்டு. இத்தகைய நீரும் தூய்மையானதன்று. பயன்படும் இடத்திற்கு வந்து சேரும் வரையில் வழியில் கலக்கக்கூடிய சாக்கடை நீர், தொழிற்சாலைக் கழிவு, குப்பை போன்றவற்றால் அதன் தூய்மை கெட்டிருக்கலாம். சில இடங்களில் இறந்துபோன கால்நடைகளை இத்தகைய நீரில் வீசி விடுவதுண்டு. மேலும் அருகில் தொற்றுநோயால் தாக்குண்ட கால்நடைகள், இந்நீரைக் குடித்திருக்கலாம். எனவே இதன் மூலமும் நோய்கள் பரவுவதற்கு வாய்ப்பேற்படும்.

நுண்ணுயிர் மற்றும் மீ நுண்ணுயிர்களால் விளையும் பலவிதமான தொற்று நோய்கள், உள் மற்றும் வெளி ஒட்டுண்ணி நோய்கள் தாவர மற்றும் வேதி நச்சு நோய்கள் ஆகியவை நீரின் மூலம் கால்நடைகளுக்குப் பரவுகின்றன.

தொற்று நோய்கள். தொற்று நோயிலிருந்து கால்நடைகளைக் காக்க, தகுந்த தடுப்பூசிகளைப் போட வேண்டும். மேலும் தொற்று நோய்கள் நீரின் மூலமாக எளிதில் பிற கால்நடைகளுக்குப் பரவக் கூடுமாதலால் நீர்த் தூய்மைநலம் பேணலைக் கட்டாயமாகக் கடைப்பிடிக்க வேண்டும். நோயுற்ற கால்நடைகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் தொட்டி மற்றும் பாத்திரங்களை ஏனைய கால்நடைகளுக்குப் பயன்படுத்தக்கூடாது. இதேபோல் புதிதாக வாங்கிய கால்நடைகளையும் ஐயத்திற்கிடமான கால்நடைகளையும் தனியே பிரித்துத் தனித்தொட்டியில் நீர் குடிக்குமாறு செய்ய வேண்டும். குளம் குட்டை போன்ற பொது நீர்த்தேக்கங்களில் கால்நடைகளை நீரருந்த விடக்கூடாது. வெக்கை, கால் மற்றும் வாய் நோய், குருதிக் கழிச்சல், அடைப்பான், தொண்டை அடைப்பான், சப்பை நோய் போன்றவை நீரின் வழியாகவே கால்நடைகளுக்குப் பரவுகின்றன.

ஒட்டுண்ணிகள். பலவிதமான உருண்டைப்புழுக்களும், தட்டைப் புழுக்களும், நாடாப் புழுக்களும் கால்நடைகளைத் தாக்குகின்றன. இத்தகைய ஒட்டுண்ணிகள் பெரும்பாலும் நீரின் மூலமாகவே கால்நடைகளுக்குப் பரவுகின்றன. எனவே கால்நடைகளுக்கு அவ்வப்போது குடற்புழு நீக்கம் செய்வதோடு, நீர்த் தூய்மையில் மிகுந்த கவனம் செலுத்த வேண்டும். தூய பாதுகாக்கப்பட்ட குடிநீரைக் கால்நடைகளுக்கு வழங்க வேண்டும். நீரைச் சேமித்து வைக்கும் நீர்த் தொட்டி கலன், கால்நடைகளுக்கு நீர் வழங்கும் பாத்திரங்கள் ஆகியவற்றைத் தூய்மையாகப் பேண வேண்டும்.

நச்சு நோய்கள்

சாதாரண உப்பு நச்சு. கால்நடைகளுக்கு வழங்கப்படும் நீரில் 0.5% க்கு மேல் உப்பு கலந்திருக்கக்கூடாது. சோடியம் குளோரைடு மற்றும் பிற உப்புகளும் சேர்ந்து 1.7% வரை கலந்திருந்தாலும் ஆட்டினங்களும், மாட்டினங்களும் தாங்கிக் கொள்ளும். ஆனால் பன்றிகளுக்கு 1%க்கு மேல் இருக்கக்கூடாது. இல்லையேல் 2-4 நாள்களில் மலச்சிக்கல், தாகம், அரிப்பு ஆகிய அறிகுறிகள் தென்படும். பின்னர் நரம்பு மண்டலம் பாதிக்கப்படும். அதாவது கண்பார்வையிழப்பு, காது கேளாமை, காணும் பொருள்கள் மீது தலையால் முட்டிக் கொள்ளுதல், வட்டமாக நடந்துகொண்டிருத்தல் ஆகிய அறிகுறிகள் தோன்றி இறுதியில் வலிப்பு ஏற்படும்.

மாட்டினங்களில் வாந்தி, வயிற்றுப்போக்கு, வயிற்றுவலி, பசியின்மை ஆகிய அறிகுறிகள் தொடக்கத்தில் தோன்றிப் பின்னர் நரம்பு மண்டலம் பாதிக்கப்பட்டு மாடுகள் படுத்துவிடும். எழுந்திருக்க இயலாமல் 24 மணி நேரத்தில் இறந்துவிடக்கூடும். ஆட்டினங்களில் தொடர்ந்த வயிற்றுப்போக்கு, இனப்பெருக்க ஆற்றல் குறைவு, முடிப்பாதிப்பு ஆகிய அறிகுறிகள் தென்படும்.

வேதி நச்சு. பல்வேறு தொழிற்சாலைக் கழிவுகள் குடிநீரில் கலப்பதால் பல வேதி நச்சுகள் கால்நடைகளைத் தாக்குகின்றன. இவற்றில் ஃப்புளூரின் ஆழ்குழாய் நீரிலும் கலந்திருக்கும். இந்நச்சு நீரில் 5ppm அளவு இருக்குமாயின் கால்நடைகளின் பற்கள் பாதிக்கப்படும். 10ppm இருக்குமாயின் பற்கள் மட்டுமல்லாமல் செரிமானமும் பாதிக்கப்படும். இந்நச்சுப் பொருள் கலந்த நீரைக் கால்நடைகள் தொடர்ந்து நீண்ட நாட்கள் அருந்துவதால் பாதிப்புக்குள்ளாகின்றன. இளம் கால்நடைகள் இந்நச்சை நீரின் மூலம் உட்கொள்வதால் எலும்புகளும், நாளடைவில் சிறுநீரகம், கல்லீரல், நரம்பு மண்டலம் ஆகியவையும் பாதிக்கப்படும்.

இந்நச்சைத் தவிர்ப்பதற்கு ஆழமான ஆழ்குழாய் நீரை ஆய்வு செய்த பின்னரே கால்நடைகளுக்குக் கொடுக்க வேண்டும். மிகக் குறைந்த அளவில் இந்நச்சு கலந்த நீரை இளம், வளரும் கன்றுகளுக்குக் கொடுக்கக்கூடாது. தேவையானால் முதிர்ந்த கால்நடைகளுக்குக் கொடுக்கலாம். இந்நீரில் புதிய தூய்மையான சுண்ணாம்புத்தூளை 500-1000ppm அளவு கலந்து 5 நாள்களுக்குப் பின் பயன்படுத்தலாம்.

நீலப்பச்சைப் பாசி நச்சு (water bloom). ஏரி குளங்கள் அணைக்கட்டிற்கு அருகில் உள்ள சிறிய நீர்த்தேக்கங்கள், சிறிய குட்டைகள் போன்ற நீர் நிலைகளில் முதுவேனிற் காலங்களில் பச்சைப் பாசி, நீலப்பச்சைப் பாசி ஆகியவை நீரின் மேற்பரப்பில் நன்கு படர்ந்து காணப்படும். இவை ஒருவித வெளிநச்சை (exotoxin) சுரப்பதோடு மக்கி அழுகிய பின் உள் நச்சையும் (endotoxin) வெளியேற்றுகின்றன. உள்நச்சு கலந்த நீரைக் கால்நடைகள் அருந்திய அரை மணி நேரத்தில் நரம்பு மண்டலம் பாதிக்கப்பட்டு இறப்பேற்படும். வெளிநச்சு கல்லீரலைப் பாதிக்கும்.

- ஆர். கோவிந்தராஜு

நீர் வளங்கள்

மழைநீர், நிலத்தின் மீதுள்ள மண்ணினுள் சென்று மண்துகள்களின் இடைவெளிகளின் வழியாகப் பக்கவாட்டத்திலும் செங்குத்தாகவும் இயங்குகிறது. மண் கண்டத்தில் நீர் இறங்காத அடுக்கு இருந்தால் நீர் பக்கவாட்டத்தில் பாய்ந்து ஆறுகளை அடையும். மழையின் ஒரு பகுதி ஆழ ஊடுருவிச் சென்று நிலத்தின் ஆழப்பகுதியை அடைகிறது. இதை நிலநீர் என்பர். நிலநீர் பன்னெடுங்காலமாகப் பயன்பட்டு வருகிறது. ஒரு நாட்டின் வளத்தில் நிலநீருக்கும் பெரும் பங்கு உள்ளது.

நீர்த்தளம் நிலத்தின் மேற்பரப்பியலை ஒட்டியே இயங்குகிறது. நிலநீர் மெதுவாகப் பாய்கிறது. பொதுவாக இது நிலத்தின் ஊடுருவும் தன்மையைப் (permeability) பொறுத்தும் நிலவாட்டத்தைப் பொறுத்தும் ஒரு நாளைக்கு 2 மீ. நகர்கிறது. வாட்டமுறைய நீர்த்தளம் நிலமட்டத்தைச் சந்திக்கும்போது நீர் ஊற்றுத் (spring) தோன்றுகிறது அல்லது நீர் தேங்கியதன் அளவைப் பொறுத்துச் சதுப்பாகிறது. இவ்வூற்றுகளை நிலநீர் போலவே பயன்படுத்தலாம். பண்டைக்காலத்திய ரோம் போன்ற நகரங்களுக்கு ஊற்றுகள் மூலம் நீர் பெறப்பட்டது. ஐரோப்பாவில் உள்ள பாரீஸ், மியூனிச், வியன்னா ஆகிய நகரங்களுக்கு ஊற்றுநீரே உதவியது.

ஈரான் நாட்டின் ஊற்றுநீர் பெருமளவு பழங்காலம் முதலே பயன்பட்டு வருகிறது.

இந்தியாவில் நிலநீர் வளம் கொண்ட மூன்று வகையான மண் மற்றும் பாறைகள் உள. இதன் பெரும்பகுதியில் அதாவது 1 மில்லியன் ச.கி.மீ. பரப்பில் இறுகிய கடினப்பாறை உள்ளது. இது பசால்ட் அல்லது மண்படிந்த பாறை, கருங்கல் முதலியவற்றால் ஆனது. இப்பாறைகளின் பதமான மேற்பகுதியில் துளையுள்ளதால் அங்கு நிலநீர் உள்ளது. அல்லது பாறைகளின் வெடிப்புகள், இணைப்புகள், விலகும் பகுதி முதலியவற்றில் நீர் உள்ளது. இப்பாறைகளில் துளைப் பகுதிகள் மிகவும் குறைவு.

ஓரளவு இறுகிய தோற்றம் 0.05 மில்லியன் ச.கி.மீ. பரப்பில் காணப்படுகிறது. இங்குப் படிவுப் பாறைகளான மணற்கல் (sand stone), சுண்ணாம்புக்கல் (lime stone) போன்றவை காணப்படுகின்றன. இவற்றில் அகன்ற இடைவெளிகளும், பொந்துகளும், துளைமையும் நிறைந்துள்ளன. இத்தகைய தோற்றம் ராஜஸ்தான், குஜராத், தமிழ்நாடு ஆகிய மாநிலங்களில் உள்ளது. இங்கு ஆழமான கிணறுகளும் ஆழ்துளைக் கிணறுகளும் மிகுதியும் நீர் வழங்கும்.

இறுகாத தோற்றங்கள் (unconsolidated formations) மணல், கல்லறை, கூழாங்கல், செம்பூரை, மண், களிமண் ஆகியவை இந்தியாவில் பரந்தவெளிகளில் காணப்படுகின்றன. இங்கு மிகுந்த அளவு நீர் அளிக்கும் துளைக்கிணறுகள் அமைத்திடும் வாய்ப்பு உள்ளது. காஷ்மீர்ப் பள்ளத்தாக்கு, டேராடூன் பள்ளத்தாக்கு, மணிப்பூர், சிந்து வடிநிலம், கங்கை வடிநிலம், பாபர் பகுதிகள், பிரம்மபுத்திரா வடிநிலம், கடற்கரைப் பகுதிகள், லூணி ஆற்றின் வடிநிலப் பகுதிகளிலும் இத்தகைய கிணறுகள் அமைக்கலாம்.

நில நீரைப் பயன்படுத்த உதவும் நீர் என்றும் நிலை நீர் (static water) என்றும் இரு பிரிவுகளாக்கலாம். உதவும் நீர் மீண்டும் ஆக்கமுறுவது. இதைச் சிக்கனமாகப் பொருளாதாரவியல்படி பயன் கொள்ளலாம். நிலை நீர் நிலத்தில் தங்கியிருப்பதால் அவ்வாறு பயன்படுத்த இயலாது.

பிற நாடுகளில் நிலநீர் மேம்பாடு

இங்கிலாந்து. லண்டன் நகருக்கு வேண்டிய நீரை நிலத்தடியில் தேக்குவதற்கு என்பீல்டு, மிட்லாந்து ஆகிய பகுதிகளில் முயற்சி செய்யப்படுகிறது. என்பீல்டு பகுதி வெடிப்புகள் மிக்க சுண்ணாம்புக்கல் கொண்டது. இங்கு மிகுந்த நீரைச் சேமிக்கலாம். ஒரு நாளைக்கு ஒரு மில்லியன் காலன் நீர் ஆக்கமடைவதற்கு 4 ஹெக்டர் நிலம் தேவை. இதில் 1 ஹெக்டர், நீர்ப் பரப்பும் எஞ்சியது பாதைகளும் ஆகும். ஆக ஒரு நாளைக்கு 60 மில்லியன் காலன் நீர் ஆக்கமுறுவதற்கு 259 ஹெக்டேர் நிலப்பரப்புத் தேவை. நீரைத் தேக்கப் போதிய நிலம் இல்லாத நிலையில் இங்குள்ள கிணறுகள் ஆக்கப்பணிக்குப் பயன்படுகின்றன.

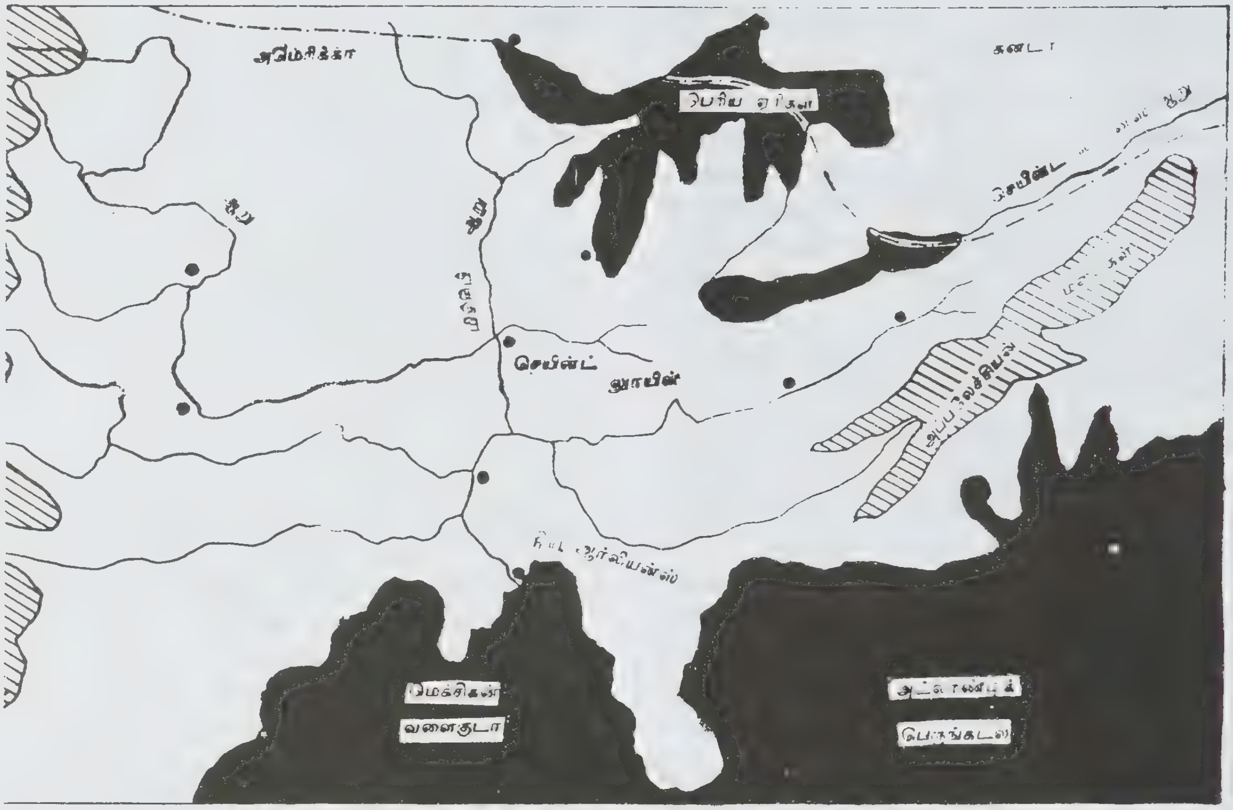
கிணறுகள் மூலம் நிலநீர் ஆக்கமுறச் செய்யும்போது தூய நீரைப் பயன்படுத்தி நிலநீர்த் தூய்மையைக் காப்பது இன்றியமையாதது. நிலத்தினுள் நீர் இறங்குவதற்கு 3மீ. உயர நீர்க் கம்பம் இருக்க வேண்டும். ஆக்கமுறுவதற்கு மிகவும் தூய்மையான நீரே பயன்படுகிறது. பார்வைத் துளைகள் 75-150 மீ. இடைவெளியில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் நீர் ஏற்றம் காணப்படுகின்றது. நீரில் உப்புகளின் இருப்பு, அடிக்கடி பகுப்பாய்வு செய்யப்படுகிறது. குடிநீரில் மில்லியனுக்கு 500 பகுதி வரை கரையும் உப்புகள் (soluble salts) இருக்கலாம்.

திறந்த நீர்த் தேக்கத்தில் நீரைத் தேக்கும்போது நீரில் மிதக்கும் பொருள்களைச் சேகரித்து அகற்றலாம். நீரில் உள்ள வைரஸ் 6 மீ. மணல் கட்டின் ஊடே செலுத்தும்போது கீழே செல்கிறது. கரிம அழுக்குகளை அகற்றும்போது நீர் அடியில் செல்கிறது.

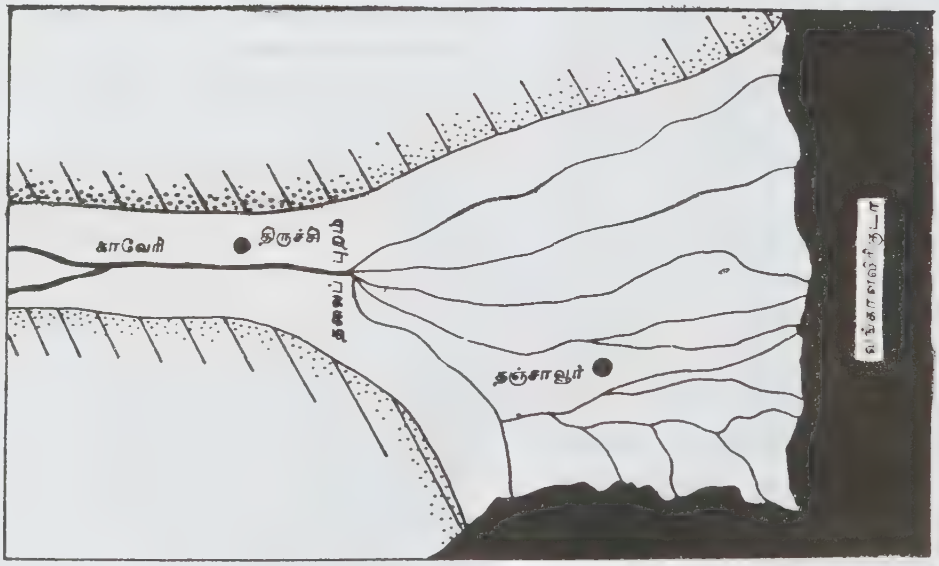
பல நாடுகளில் செயற்கையாக நிலநீருக்கு ஆக்கமளிக்கும் பணி மேற்கொள்ளப்படுகிறது. ஏனெனில் இது மக்களுக்குப் பயன்படும் நீரை முறைப்படுத்த உதவுகிறது. நிலநீர் இருப்பிலிருந்து மிகுந்த நீரைச் சேமிக்கவும், கடல் நீர் நிலப் பகுதியில் நுழையாது தடுக்கவும், நிலநீரைக் குடிநீராகப் பயன்படுத்துவதில் சில சமயங்களில் சுவை குறைந்த நீரை மேம்படுத்தவும், கழிவுநீரைத் தூய்மைப்படுத்தவும் இது பயன்படுகிறது.

மலையிலிருந்து உற்பத்தியாகும் சிறிய, பெரிய ஆறுகளின் நீரோட்டத்தைச் செயற்கையாக நிலத்தில் ஊறச் செய்து நில நீருக்கு ஆக்கமளிக்கலாம். சேய்ன் ஆற்றுப்பகுதியில் பயன்படும் நிலநீர் முழுவதையும் செயற்கையான நிலநீராக்கத்தால் சீராக்க இயலும் என்று கண்டிருக்கின்றனர். இயல்பியலாகவும் பாக்டீரியா மூலமும் மாசுபட்ட நீரை நிலப்பரப்பினடியில் சேமிப்பதால் நிலநீருக்கு ஒப்பாகத் தூயநீரைப் பெறலாம். சேய்ன் ஆற்றில் ஓடும் நீரை உயிரியல் ஒருங்கிணைந்த சுத்திகரிப்பால் தேவையான கனிமப்பொருள்களுடன் தூய்மையாக வைத்துக் கொள்ளலாம்.

ஜெர்மனியில் பொதுமக்கள் பயன்படுத்தும் மொத்த நீரில் 12% அதாவது ஆண்டிற்கு 432 மில்லியன் கனமீட்டர் செயற்கையாக ஆக்கமளிப்பதிலிருந்து பெறப்படுகிறது. நீர் நிலை மணல் பாங்காக இல்லாமையால் நீர் உட்புகும்



மிசிசிபி-மிசௌரி ஆற்றுக் கழிமுகம்



காவேரி ஆற்றின் கழிமுகம்

நிலத்தில் (infiltration basin) 50-70 மீ. கனத்திற்கு மணல் நிறைக்கப்படுகிறது. இந்நூற்றாண்டின் இறுதியில் இம்முறையால் நிலநீர் ஆதாரத்திலிருந்து ஆண்டிற்கு 2.500 மில்லியன் கன மீட்டர் நீர் பெறுவதற்குத் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது.

இந்தியா. இந்திய நீர்வளத்திற்குப் பரப்பு நீர் அதாவது ஆறுகளின் நீரோட்டமும், நிலநீரும் மிகவும் இன்றியமையாதவை. இறுகிய பாறைப்படிவுகள் உள்ள நிலங்களில் நிலநீர் ஆதாரம் குறைவு. மிதமாக இறுகிய பாறைகள் மிக்க நிலத்தில் நிலநீர் மிதமாக இருக்கிறது. இறுகாத பகுதிகளில் நிலநீர் மிகுதியாக உள்ளது. ஒரு நீர்த்தேக்கம் அமைத்து ஆற்று நீரைத் தேக்கி நீர் வரப்பாகப் பாயும் பகுதிக்குப் பாசனம் செய்யலாம். நிலநீரைப் பயன்படுத்த, திறந்த வகைக் கிணறு அல்லது துளைக்கிணறு அமைக்க வேண்டும். இந்நீரை இறைக்க எந்திரம், மின்னாற்றல், டீசல் போன்றவை தேவை. பரப்புநீர் மற்றும் நிலநீரைப் பயன் கொள்வதற்கும் முதலீடு ஏறத்தாழ ஒன்றாக இருக்கும். நிலநீரைப் பயன்படுத்தும்போது நீண்ட வாய்க்கால்கள் அமைப்பதில்லை. இதனால் கசிவினால் ஏற்படும் நீர் இழப்புக் குறைவு. வாய்க்கால்களைத் தளமிட்டு இவ்விழப்பைக் குறைக்கலாம் அல்லது குழாய் மூலம் நீரைச் செலுத்தலாம். பரப்புப் பாசனத் திட்டத்தில் நீரைத் தேக்கவும், வாய்க்கால்கள் அமைக்கவும் நிலம் தேவை. அங்குள்ள மண்ணின் தன்மைக்கேற்பக் கசிவினால் நீர் இழப்பு ஏற்படும். கசிவினால் ஏற்படும் நீர் இழப்பைக் கால்வாய்களைத் தளமிடுவதால் குறைக்கலாம்.

ஆற்றுநீரைவிட நிலநீர் தூய்மையானது. சில சமயங்களில் நிலநீர் உப்புமிகுந்து பாசனத்திற்கு ஏற்றதாக இருப்பதில்லை. அப்போது பரப்பு நீரையும் நிலநீரையும் உரிய அளவில் கலந்து சாகுபடிக்கேற்றவாறு மாற்றிடலாம். பஞ்சாப், ஹரியானா மாநிலங்களின் சில பகுதிகளில் நிலநீர் உப்பாக உள்ளது. நிலநீரையும் ஆற்று நீரையும் ஏற்ற அளவு கலந்து பாசனம் செய்யப்படுகிறது. இதை இணைந்த நீர்ப்பாசனம் என்பர்.

தமிழ்நாடு. இராமநாதபுரம், பசும்பொன் மாவட்டங்களில் குளங்களின் மூலம் பாசனம் செய்யப்படுகிறது. இக்குளங்களில் நீர் போதியளவு நிறையாதபோது சாகுபடி செய்வதற்கு இயலாது. சாகுபடி செய்திட நீர் கிடைக்கும் என நம்பி நெல் நடவு செய்தபின் போதிய நீர் இன்றிப் பயிர் இழப்பு ஏற்படுகிறது. இந்நிலையைப் போக்கக் குளங்களுக்கு அருகில் ஆழ்துளைக்கிணறு அமைத்துப் பல பண்ணைகளுக்குப் பாசன நீர் வழங்கப்படுகிறது. இதற்குச் சமுதாயக்கிணறு (community well) என்று பெயர். குளத்தில் நீர் இருக்கும்வரை அது பயன்படும். இந்நீர் வற்றியதும் துளைக்கிணற்று நீர் வழங்கப்படும். இதனால் இப்பகுதியில் பயிர் செய்வதற்கு நம்பகமான பாசன நீர் வேண்டிய அளவு கிடைக்கிறது. பரப்பு நீரையும் நிலநீரையும் இணைந்த முறையில் பயன் கொண்டு வேளாண்மை உற்பத்தி மேம்படுத்தப்படுகிறது.

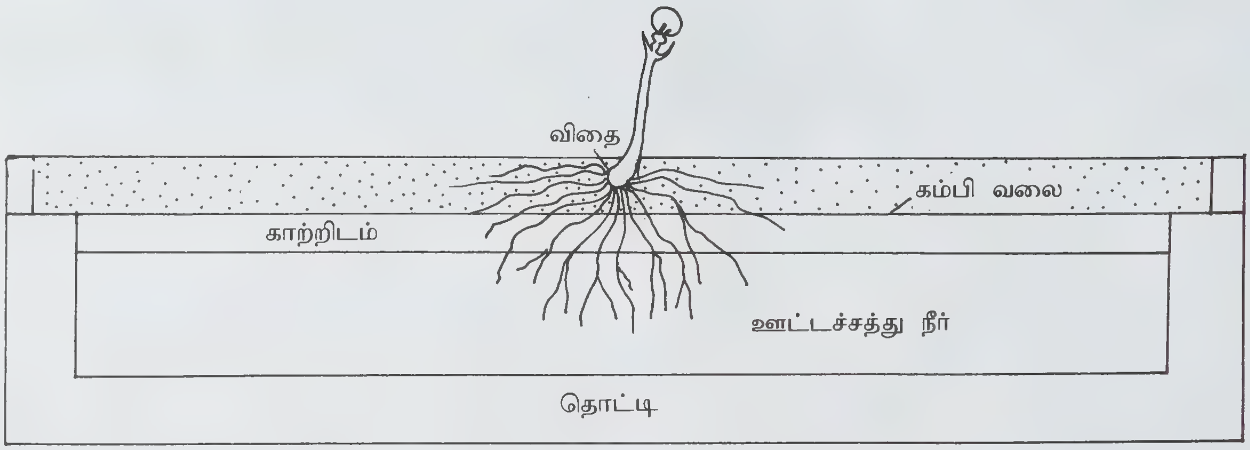
- *கே.ஆர். திருவேங்கடசாமி*

நீர் வளர்ப்பு ஆய்வு

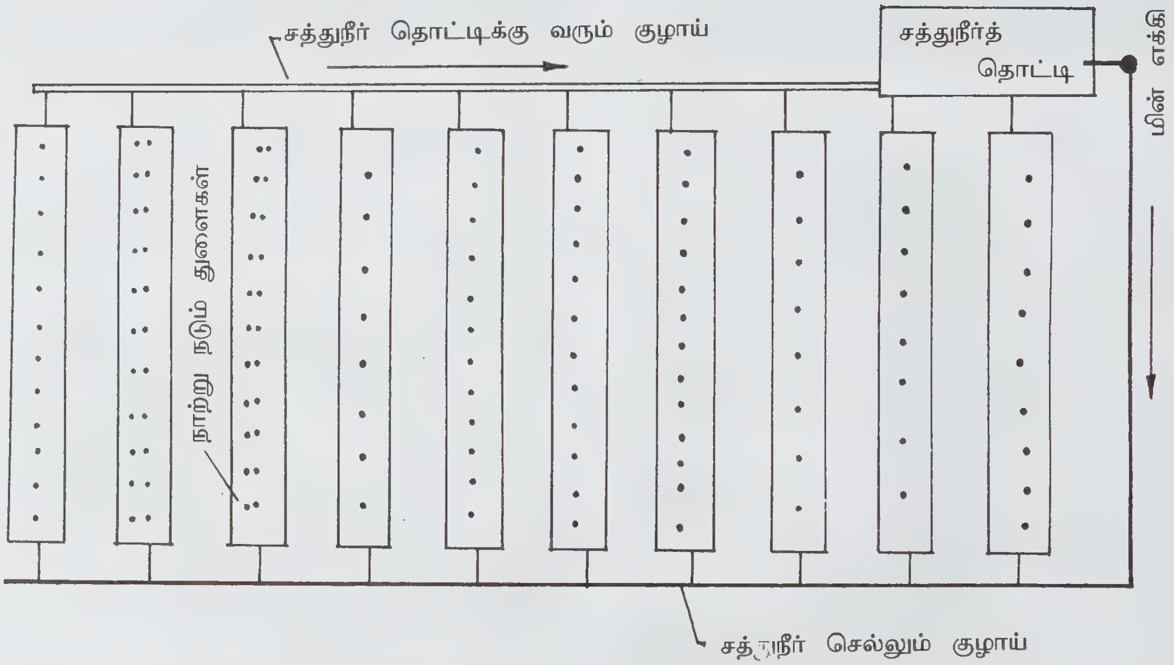
தாவரங்கள் விலங்கினங்களைப் போல் அல்லாமல் கரிமப் பொருள்களை நேரடியாக உணவு செரித்தலின்போது பெறுவதில்லை. தாவரங்கள் காற்றிலிருந்தும், நிலத்திலிருந்தும் பல்வேறு மூலகங்களை வேர்கள் மூலம் நீருடன் உறிஞ்சி, வளர்வதற்கேற்ற கரிமப் பொருள்களைத் தயாரிக்கின்றன. சூரிய ஒளி, நீர் சத்துப்பொருள்கள், கார்பன் டைஆக்சைடு முதலியவற்றைக் கொண்டு இவை கரிமப்பொருள்களைத் தயாரிக்கின்றன. தாவர வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாத மூலப்பொருள்கள் சவ்வூடு பரவுதல் (osmosis) மூலம் வேரால் உறிஞ்சப்படுகின்றன.

தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு ஊட்டச்சத்துகள் மிக இன்றியமையாதவை. இவற்றில் சில அதிக அளவிலும், சில குறைந்த அளவிலும் தாவரங்களுக்குத் தேவைப்படும். இவற்றின் அளவையும், தன்மையையும் அறுதியிடல் வேண்டும். தேவைப்படும் சத்துகளையும், தாவரங்கள் அவற்றை எடுத்துக்கொள்ளும் அளவையும் வரையறுத்தல் தாவரங்களின் வளர்ச்சியைப் பெருக்கவும், மிகு உவர் எடையைப் (dry weight) பெறவும் வழி வகுக்கும். மண் ஊடகத்தில், தாவர வளர்ச்சிக்குத் தேவையான, தேவையற்ற சத்துகள் பல்வேறு அளவில் உள்ளன. சில மூலகங்கள் மண்ணில் நிகழும் வேதி மாற்றங்களால் தாவரங்களுக்குக் கிடைக்காமல் நிலைத்த தன்மையைக் கொண்டுள்ளன. தாவரங்களின் வேர்கள், எவ்விதப் பாகுபாடுமின்றித் தம் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான மூலகங்களையும், தேவையற்ற மூலகங்களையும், நச்சுத்தன்மை வாய்ந்த சில மூலகங்களையும் எடுத்துக் கொள்ளும் திறனுடையவை. மண் ஊடகத்தைத் தவிர, தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான மூலகங்களைச் சரிவிகிதத்தில் உப்புகளாக நீரில் கரைத்து அளித்தால் வெவ்வேறு சத்துகளால் வளர்ச்சியில் ஏற்படும் மாற்றங்களை அறியலாம்.

நீர் வளர்ப்பு ஆய்வுகள் மூலம் மூலகங்களின் இன்றியமையாப் பணிகளையும், தாவரங்களின் வளர்ச்சியில் அவற்றின் பங்கையும் கண்டறியலாம். சத்துநீர்க் கலவையில் வளர்ந்த தாவரங்களின் வளர்ச்சி, மண்ணில் வளரும் தாவரங்களின் வளர்ச்சியைவிட உயர்ந்ததாக இருக்கும். சத்துநீர் வளர்ப்பு முறையினால், மண் ஊடகத்தில் தாவர



நீர் வளர்ப்பு ஆய்வு



பெரிய அளவிலான நீர்வளர்ப்பு ஆய்வு

வளர்ச்சியின்போது ஏற்படும் பல்வேறு குறைபாடுகள் களையப்படுகின்றன. நீர் வளர்ப்பு முறையினால் தேவையான சத்தைத் தாவரத்திற்கு அளிக்கலாம் அல்லது பிற சத்துகளையும் அளித்து, குறிப்பிட்ட மூலகம் நீங்க இம்மூலகத்தின் இன்றியமையாமையையும், மூலகத்தின் தன்மையையும், குறைபாடுகளையும், மாற்றங்களையும் கண்டறியலாம்.

நீர்வளர்ப்பு ஆய்வால் தழைச்சத்துக் குறைபாட்டால் ஏற்படும் பற்றாக்குறைகளை அறிய முடியும். தாவரங்களில் புரத உற்பத்தி, இலை, தண்டு வளர்ச்சி ஆகியவற்றிற்குத் தழைச்சத்து தேவைப்பட்டமை நீர்வளர்ப்பு ஆய்வால் கண்டறியப்பட்டது. மணிச்சத்து, மலர், கனி, வேர்களின் வளர்ச்சிக்கும், விளைச்சலுக்கும் இன்றியமையாதது. சாம்பல் சத்து தாவரங்களில் சர்க்கரைப் பொருள்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. தாவரத் திசுக்களின் உறுதி வாய்ந்த தன்மைக்கு இது அடிப்படையானது. சுண்ணாம்புச் சத்து, வேர் வளர்ச்சிக்கும் செல் சுவர்களின் உறுதிக்கும் தேவையானது. சத்து நீரில் உள்ள வேறு கனிமங்கள் தாவரங்களுக்குக் கிடைக்க, சுண்ணாம்புச் சத்து தேவை. எண்ணெய்ப் பொருள் தயாரிக்க மக்னீசியம் தேவைப்படுகிறது. தாவரங்களின் பல்வேறு திசுக்களுக்கு மணிச்சத்துக் கிடைப்பதற்கும், பச்சையத்தின் தோற்றத்திற்கும் மக்னீசியம் வேண்டும். கந்தகச் சத்து புரதம் தயாரிக்கவும், எண்ணெய்ப் பொருள்கள் தயாரிக்கவும் தேவையாகும்.

நுண்ணூட்டச் சத்துக்களான இரும்பு, மாங்கனீஸ், போரான், துத்தநாகம், தாமிரம் முதலான தாவரங்களுக்குக் குறைந்த அளவில் தேவைப்பட்டாலும் இவற்றின் இன்றியமையாமை நீர்வளர்ப்பு ஆய்வு மூலம் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இரும்புச் சத்து, பச்சையம் தோன்றவும், நொதிகளின் செயல்பாட்டிலும் தேவைப்படும். மாங்கனீஸ் சத்து, மலர், கனி ஆகியவற்றின் தரத்தை அறுதியிடுகிறது. தழைச்சத்துச் செரித்தலுக்கும் மாங்கனீஸ் தேவை. போரான் சத்து, செல்களின் வளர்ச்சிக்கும் செல் பிரிதல் போன்ற நிகழ்ச்சிகளுக்கும் அடிப்படையானது. துத்தநாகம் தாவர வளர்ச்சிக்கும், பல்வேறு நொதிகளின் வேலைகளுக்கும் தேவைப்படுகிறது. பச்சையம் தோன்றவும், நொதிகளின் செயல்பாட்டிற்கும் தாமிரம் இன்றியமையாதது. சிலிகான் சத்து, திசுக்களுக்கு உறுதியளித்து, நோய் மற்றும் பூச்சித் தாக்குதலை நீக்கும். சோடியச் சத்து, நச்சுத் தன்மையை நீக்கச் சிறந்த மூலகமாக உள்ளது.

நீர் வளர்ப்பு ஆய்வுக்கு மண் ஊடகம் பயன்படுவதில்லை. இவ்வாய்வுக்கு ஏற்ற தொட்டிகள் கற்காரை, மரம், பிளாஸ்டிக், அஸ்பெஸ்டாஸ் போன்ற பொருள்களால் செய்யப்படுகின்றன. இத்தொட்டிகளின் அளவு, தேவைக்கேற்றவாறு சிறிய அளவிலோ பெரிய அளவிலோ அமையும். சூரிய ஒளி, வேரின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும் என்பதால், ஒளிபுகா ஊடகத்தில் தொட்டி அமைக்க வேண்டும். தொட்டிகளின் மேல் விளிம்பு, துளைகளுள்ள மரச்சட்டங்களாலோ கம்பி வலையாலோ மூடிபோல் அமைந்துள்ளது. துளைகளின் வழியாகச் செடிகளின் தண்டுப்பகுதி வளர்ந்து வேர்ப்பகுதி நீரினுள் மூழ்கியுள்ளது. சத்துநீர், தொட்டியின் ஒரு சிறு பகுதியையே எடுத்துக்கொள்வதால், வேர்களின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான காற்றோட்டம் கிடைக்கிறது. செழிப்பான நாற்றுகள் நீர் வளர்ப்பு ஆய்வுக்குப் பயன்படுகின்றன. பெரிய அளவிலான அமைப்பில் சத்து நீர் வடிகால் அமைப்புகளும், சத்துநீர் நிரப்பும் குழாய்களும் அமைக்கப்பட்டு மின்விசை எக்கிகளால் இயக்கப்படுகின்றன.

சத்துநீர்க் கலவையைக் கலக்கிகளால் அவ்வப்போது கலக்கி, சத்துநீர் ஊடகத்தைக் காற்றோட்டமுள்ளதாக வைத்திருக்க வேண்டும். தற்போது மின்சார விசை கொண்டு இயக்கப்படும் சிறு கலக்கிகள் தகுந்த அளவு காற்றைச் சத்துநீர் ஊடகத்தினுள் காற்றுக்குமிழிகளாகச் செலுத்துகின்றன. சத்துநீர்க் கலவையைத் தேவைக்கேற்ப வாரம் இருமுறை தொட்டிகளின் மேற்பரப்பில் தெளிப்பானால், சமதளத்தில் படியுமாறு தெளிக்க வேண்டும். சத்துநீரைச் சொட்டுநீர்ப் பாசன முறையிலும் தொட்டிகளுக்கு அளிக்கலாம்.

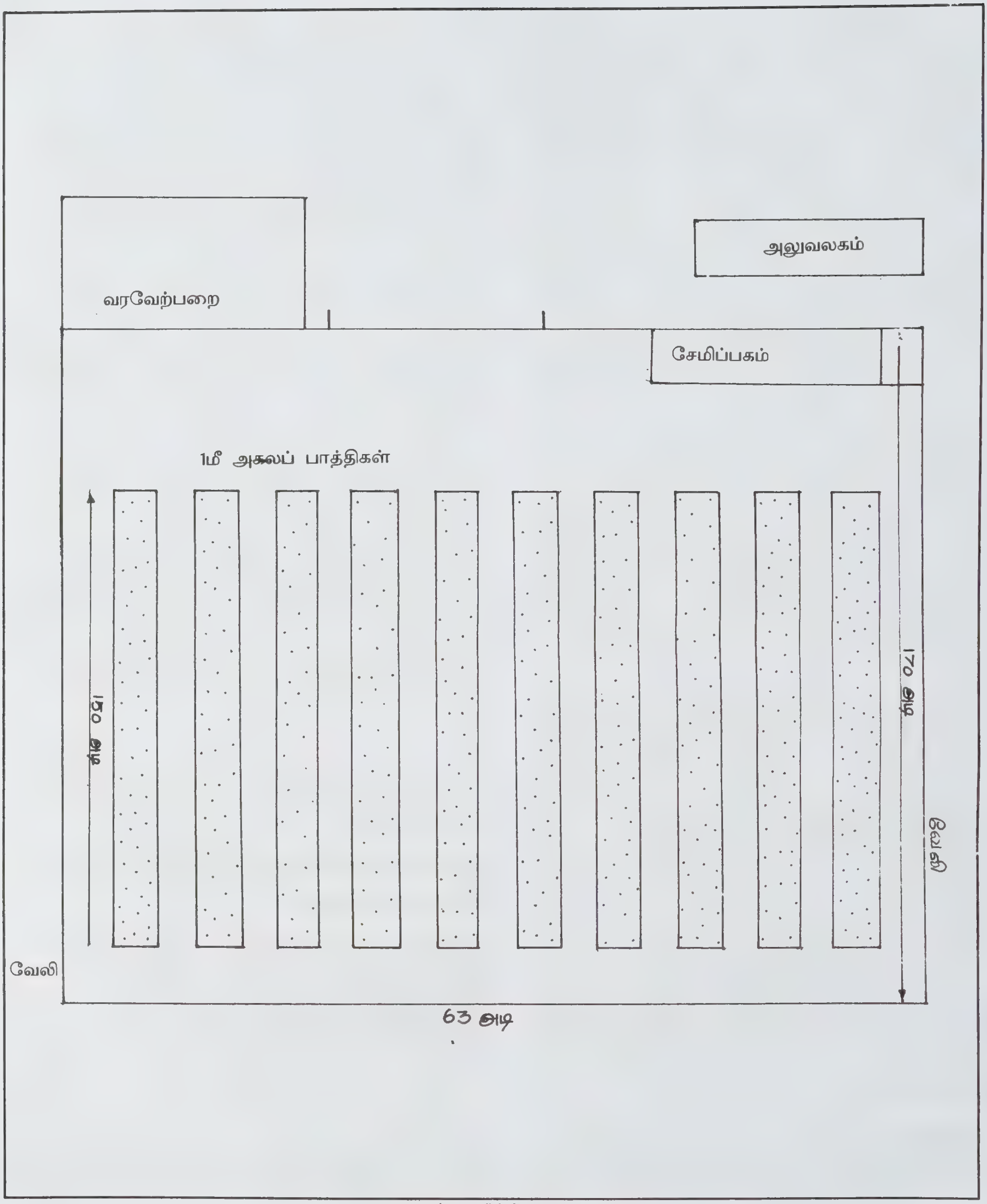
- கு. பத்மநாபன்

துணைநூல். W.I. Turner and V.M. Henry, *Growing Plants in Nutrient Solutions*, John Wiley and Sons, New York, 1950.

நீர் வளம் பேணுதல்

பனிக்கட்டிகள் உருகி நீராகவும், வெப்பத்தில் ஆவியாகவும் மாறி உலகெங்கும் காணப்படினும், உயிரினங்கள் யாவும் நீரை அன்றாடம் பயன்படுத்திவரினும் நீரின் அளவு குறைவதில்லை. மழையின் மூலம் பெறப்படுகிற நீர் புவியின் கீழும், மேற்பரப்பிலும், வான வெளியிலும் என்றென்றும் உருமாறி, மாறிச் சுழன்று கொண்டிருக்கும் பாங்கினை நீரியல் சுழற்சி எனக் குறிப்பிடுவர்.

கடல் நீர் மற்றும் புவியின் மேற்பரப்பில் உள்ள நீர் நிலை, ஆறு, ஓடை இவற்றிலுள்ள நீரின் ஓரப் பகுதி சூரிய வெப்பத்தினால் ஆவியாகிக் கொண்டேயிருக்கிறது.



நீர்வழித் தாவர வளர்ப்பு மாதிரி

மரம், தழை, செடி, வேரின் மூலம் உறிஞ்சும் நீரின் பெரும்பகுதி இவற்றின் மூலம் ஆவியாக வெளிப்பட்டுக் கொண்டே இருக்கிறது. வளிமண்டலத்தில் இந்த நீராவி மேகமாகிக் குளிர் பதனடைந்து ஆங்காங்கே மழையாகப் பெய்கிறது. புவியை வந்தடையும் நீர் கீழ் நோக்கி ஓடி மீண்டும் கடலில் கலக்கிறது. இதன் நடுவில் ஏரி, குளம், பள்ளத்தாக்குகளில் தேங்கியும் பயனாகிறது. ஒரு பகுதி மண்ணில் இறங்கி ஊடுருவிச் சென்று நில நீராகி அங்கேயும் பள்ளத்தை நோக்கி ஓடி ஏரி, குளங்களிலும், ஆறுகளிலும் வெளிப்படுவதுடன், எஞ்சிய நீர் கடலிலேயே கலக்கிறது. இவ்வாறான நீர்ச் சுழற்சியில் ஆங்காங்கே பலவாறு நீர் பயன்பட்டுக் கொண்டே இருக்கிறது. புவிக்கு வந்த நீர் கடலுக்குச் சேர்வதற்குள் இயன்ற அளவு மிகுதியாக அந்நீரைப் பயன்படுத்தி வளம்பெறுதலே நீர் வளம் பேணுதல் என்றாகும்.

இந்தியாவின் நீர் வளம் தென் மேற்கு, வடகிழக்குப் பருவக் காற்றைத் தழுவியது. ஆயினும் மழை, நாடு முழுவதும் பரவலாகவோ, குறித்த காலங்களிலோ பெய்யாதாகையால் நாட்டில் ஒரே சமயத்தில் சில இடங்களில் வெள்ளப் பெருக்கமும், பேரழிவுகளும் நிகழுமிடத்து மற்றச் சில பகுதிகளில் வறட்சியும், பஞ்சமும் தோன்றுவதைக் காண முடியும். ஆங்காங்கே கிடைக்கும் நீர் வளத்தைத் தேக்கிப் பாதுகாத்து ஆண்டு முழுவதும் குடிநீர் மற்றும் பாசனப் பயனுக்குக் கிடைக்கும்படிச் செய்தலும், மிகையாக உள்ள இடங்களிலிருந்து பற்றாக்குறையுள்ள இடங்களுக்கு நீரைக் கொண்டு செல்வதும் இன்றியமையாதவை.

328 மில்லியன் ஹெக்டேர் பரப்பளவு உள்ள இந்தியாவில் ஆண்டுதோறும் சராசரி 400 மில்லியன் ஹெக்டர் மழை நீர் பெறப்படுகிறதெனினும் இந்நீர் முழுமையாகப் பயன்படுத்தப்படாமல் பெருமளவு மீண்டும் கடலுக்கே ஓடிவிடுகிறது. இயற்கையாகச் சில இழப்புகள் இருந்தே தீருமாயினும் இந்த இழப்புகளை இயன்றளவு குறைத்து நீர் வளத்தைப் பயன்படுத்திக் கொள்வதே நாட்டின் வளர்ச்சிக்கு அடிப்படையாகும்.

தமிழ்நாட்டில் நீர் வளம் மிகக் குறைவு. மேற்குத் தொடர்ச்சி மலை தென்மேற்குப் பருவக்காற்றுக்கு ஒரு தடுப்பாக அமைவதால் அதனால் பெறப்படும் மழையின் அளவு பெரிதும் பாதிக்கப்படுகிறது. வடகிழக்குப் பருவக் காற்றால் பெறப்படும் மழை காலங்கடந்து பொழியக்கூடாது. கிழக்குக் கடலோரப் பகுதிகளில் கனத்த மழை பெய்யினும் உட்பகுதிகளில் மிகுதியாகப் பரவுவதில்லை. தமிழ்நாட்டின் மழை அளவு ஆண்டுதோறும் சராசரி 945 மி.மீ. ஆகும். மேற்பரப்பில் சிற்றோடைகளிலும், ஆறுகளிலும் ஓடும் நீர் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்பட்டுவிட்டது. நில நீரும் பல இடங்களில் முழுமையாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு ஆழ்கிணறுகளிலும் நீர் கிடைப்பது அரிதாகி வருகிறது.

எந்தப் பகுதியிலும் ஆண்டுதோறும் மழையின் அளவு வேறுபடினும், பொதுவாக நீண்டக் காலச் சராசரியைப் பார்க்குமிடத்துப் பெய்யும் மழை ஒரே அளவிலேயே அமைகிறது. ஆனால் மக்கள் தொகைப் பெருக்கத்தால் குடிநீர்த் தேவையும் பெருகி வருகிறது. இன்றைய பயிர் வகைகளின் நீர்த் தேவை மிகுதி. தொழிற்சாலைகளின் உற்பத்தித் திறன் பெருகுவதால் அவற்றுக்கு வேண்டிய நீரின் அளவும் மிகுதியாகிறது. இவ்வாறு பல வகைகளில் நீர்த் தேவை மிக விரைவாகப் பெருகி வருவதாலும், மழையின் மூலம் கிடைக்கும் நீர் ஆண்டிற்காண்டு பெருக வழி ஏற்படாமையாலும் கிடைத்த நீரைச் சேதமின்றிப் பயன்படுத்தச் சிறந்த முறைகளைப் பின்பற்றி நீர் வளத்தைப் பேண வேண்டும்.

நீர் வளத்தைப் பேணும் முறைகள். குறிப்பிட்ட பருவங்களில் மட்டும் ஓடி வீணாகும் நீரை அணைக்கட்டுகளிலும் அணைகளிலும் தடுத்து நீர் நிலைகளை உண்டாக்க வேண்டியது நீர் வளம் பேணுதலின் முதற்கட்டம் எனலாம். தேங்கிய நீரின் சிறு பகுதி சூரிய வெப்பத்தால் ஆவியாகி நீரிழப்பு ஏற்படும். நீரின் மேற்பரப்பில் சிடில் ஆல்கஹால், ஸ்டிரைல் ஆல்கஹால் போன்ற வேதி நீர்மத்தைத் தெளிப்பதால் ஒருவித ஏடு படிந்து ஆவியாதல் குறையும். இம்முறையில் அதிகச் செலவும், கையாளுதலில் தடங்கல்களும் ஏற்படலாம். இதற்குப் பதிலாகப் புவி மேற்பரப்பில் நீர் நிலைகளை உண்டாக்காமல் புவிக்கடியில் நீரை ஏற்கும் மணற்பாங்கான இடங்களைக் கண்டுபிடித்து ஓடும் நீரைத் தடுத்துப் புவிக்குள் ஊடுருவிச் செல்லுமாறு செய்து அங்குச் சேமித்து வைத்து வேண்டும்போது எந்திரங்கள் மூலம் மேற்கொணர்ந்து பயன்படுத்தினால் ஆவியாதலால் ஏற்படும் அழிவைத் தவிர்க்கலாம். இம்முறை அமெரிக்கா முதலிய மேலைநாடுகளில் பயன்படுகிறது. இந்தியாவிலும் சில இடங்களில் சோதனை முறையாக எடுத்துக்கொள்ளப் பட்டிருக்கிறது. தமிழ்நாட்டில் இம்முறையைக் கையாளுவதில் பெருத்த நன்மையை எதிர்ப்பார்ப்ப தற்கில்லை. காரணம் நாட்டின் பரப்பில் மூன்றில் இரண்டு பகுதிக்கு மேல் பாறையும் எஞ்சிய பகுதியில் மணற்பாங்கான இடமும் அமைந்துள்ளன. இதில் வடகிழக்குப் பருவக் காற்றினால் நல்ல மழை பெய்வதால் மழை நீர் நேரடியாக ஊடுருவி நீரைக்கொள்ளும் திறன் முழுதும் நிரப்பப்படுவதால் மிகையான நீரை மேலும் புவிக்கடியில் சேமிக்க முடியாமற் போகலாம்.

தேக்கிய நீரைப் பயன்படுத்தப்பட வேண்டிய இடங்களுக்குக் கொண்டு சேர்க்கும்போது ஏற்படும் நீரிழப்பு மிகுதி. பாசனத்திற்கு எடுத்துச்செல்லும் நீரை மூலக்கால்வாய்களின் மூலம் நெடுந்தொலைவு கொண்டு சென்று பல பிரிவுகளாகச் சிறு கால்வாய்கள், வாய்க்கால்கள் இவற்றின் வாயிலாக வயல்களில் பாய்ச்சுவர். இதில் நீரிழப்பு குறிப்பிடத்தக்க அளவில் அமையும். நீர்க்கசிவு ஆங்காங்கே புவியின் தரத்திற்கேற்பக் குறைவாகவோ கூடுதலாகவோ இருக்கும். கால்வாய்களிலும், வாய்க்கால்களிலும், காரை பூசிக் கசிவைக் குறைக்கலாம். தற்போது மெல்லிய பாலிதீன் துணிகளைக் கால்வாய்களில் நீர் ஓடும் பகுதிகளில் பதித்து நீர்க்கசிவைக் குறைக்க முயல்கின்றனர்.

பயிர்களின் வளர்ச்சிக்காகப் பாசனம் மேற்கொள்ளும்போது அவற்றின் தேவைக்குமேல் நீரைப் பாய்ச்சி வீணாக்குவதைத் தடுப்பதால் கணிசமான நீரைச் சேமிக்கலாம். வேளாண்மை ஆராய்ச்சி நிலையங்களில் ஒவ்வொரு பயிர் வகைக்கும் அதன் வளர்ச்சிப் பருவத்தில் அவ்வப்போது எந்த அளவு நீர் முக்கியமாகத் தேவைப்படும், எந்த அளவுக்குமேல் இருந்தால் பாதிப்பு ஏற்படும், எந்த அளவுக்குமேல் குறைந்தால் விளைச்சல் குறையும் என்பனவற்றை ஆய்ந்தறியப் பல வகை ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன. கூடியவரை இந்த ஆராய்ச்சிகளின் முடிவுகளை வேளாண் பெருமக்களுக்கு எடுத்துரைத்து அதன்படி செயலாற்ற வகைசெய்வதில் பாசன நீரைச் சேமித்து பாசனப் பரப்பை விரிவாக்கலாம். பயிர்களுக்கு வேண்டியபோது குறிப்பிட்ட பருவத்தில் சரியான அளவு நீர் கிடைக்கச் செய்வது பாசன மேலாண்மையின் அடிப்படையாகும்.

பாசன நீரைப் பாதுகாக்கும் முறைகள். பயிரிடும் முறைகளைத் தற்காலக் கண்டுபிடிப்புகளைக் கையாண்டு நவீனப்படுத்திக்கொள்ள வேண்டும். மண் வகைக்கேற்பப் பயிர்வகைகளைச் சாகுபடி செய்ய வேண்டும். பாசனக் கால்வாய்களையும், வாய்க்கால்களையும், மடைகளையும் புதுப்பித்துக் கொண்டு பயிர்களுக்கு உற்ற காலங்களில் வேண்டிய அளவு நீர் அளிக்கத் தகுந்த ஏற்பாடுகள் செய்து கொள்ள வேண்டும். அளிக்கப்படும் நீர் அளந்துவிடப் போதிய கட்டுமானங்களையும், அளவிடும் கருவிகளையும், கதவுகளையும் அமைக்க வேண்டும். சிறு வாய்க்கால்களில் ஓடும் நீர் நிலங்களுக்கு ஆங்காங்கே மாறிச்சென்று சுழற்சி முறையில் பாயும்படி அமைக்க வேண்டும்.

நீர்ப்பாசன முறைகளில் நீரைச் சிக்கனமாகப் பயன்படுத்தும் நவீன முறைகளைக் கையாள வேண்டும். நெற்பயிர் போன்ற வகைகளுக்குத் தரையில் 5 செ.மீ வரை நீரைத் தேக்க வேண்டியிருப்பினும் மற்றப் பயிர்வகைகளுக்கு நீரைத் தேக்காமல் வேர்ப் பகுதிகளுக்கு மட்டும் போதிய நீர் கிடைக்கும்படிச் செய்யலாம். நீர்த் தெளிப்பான் கருவிகளைப் (sprinker) பயன்படுத்தி நீரை அழுத்தத்தோடு குழாய்களின் மூலம் செலுத்திச் சுழலும் தெளிப்பான்களில் ஆங்காங்கே நீர் பீறிட்டு மழைத் துளிகள் போல் விழச் செய்வதால் பயிருக்கு வேண்டிய நீர் கிடைக்கும். இதற்கும் மேலாகச் தற்போது சில பயிர் வகைகளுக்குச் சொட்டு நீர்ப் பாசனம் (drip Irrigation) தரலாம். நீரைக் குழாய்களின் மூலம் தகுந்த அழுத்தத்தோடு பாயும் முறைகளைக் கையாண்டு ஒவ்வொரு செடி, வேரிலேயும் வேண்டியவாறு நீர்த்துளிகள் சொட்டிக்கொண்டே இருக்கச் செய்வதில் செடிக்குத் தேவையான நீர் கிடைக்கும். பயிர்ச்சத்து உரமேதேனும் தேவைப்படினும் அந்நீரிலேயே கலக்கவிட்டுவிடுவதால் அச்சத்தும் நீரும் வேர்ப் பகுதியிலேயே நேராகச் சேர்ந்துவிடும். இத்தகைய முறை பழச்செடி வகை, தென்னை போன்ற மரவகைகளுக்கு மிகவும் சிறந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. இம்முறையில் முதலீடு சிறிது கூடுதலானாலும் பயன் மிகுதியாகும்.

நீர் வளத்தைப் பேணும் வழிமுறைகளை வேளாண் பெருமக்கள் நன்கறியும் வகையில் தகுந்த பயிற்சி அளித்தல் வேண்டும். நேரடியாக அவர்கள் கண்டறிந்து கொள்ளச் செய்முறைகளை மேற்கொள்ளல் வேண்டும். வேளாண்மைத் துறை, பாசனத் துறை அலுவலர்களும், உழவர்களும் ஒன்று சேர்ந்து ஈடுபாட்டுடன் முயன்றால் பாசன நீர் செவ்வனே பேணப்படும்.

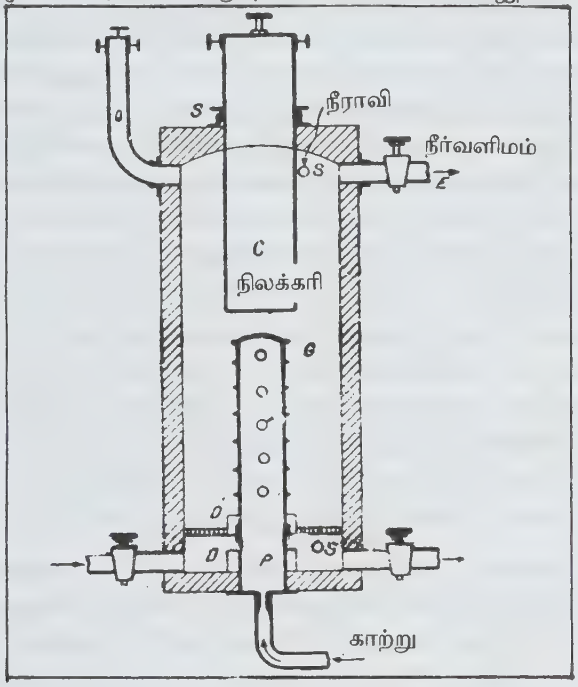
- ஆ. மோகனகிருஷ்ணன்

நீர் வளிமம்

கார்பன் மோனாக்சைடும் ஹைட்ரஜனும் கலந்த வளிமக் கலவையை நீர் வளிமம் (water gas) என்பர். இது நீல நிறச் சுடருடன் எரிவதால் இதை நீல வளிமம் (blue gas) என்றும் குறிப்பிடுவர். தரமுள்ள நீர் வளிமத்தில் 50% ஹைட்ரஜனும் 40% கார்பன் மோனாக்சைடும் 10% நைட்ரஜன் கார்பன் டைஆக்சைடு போன்ற வளிமங்களும் உள்ளன.

தயாரிக்கும் முறை. உயர் வெப்பநிலையில் உள்ள நிலக்கரி அல்லது கல்கரி மீது கொதி நீராவியைச் செலுத்தி நீர் வளிமத்தைத் தயாரிக்கின்றனர். இவ்வளிமத்தைத் தயாரிக்கும் உலையின் உட்புறம் வெப்பம் தாங்கவல்ல

கற்களால் கட்டப்பட்டிருக்கிறது. உலையில் உள்ள ஒரு தட்டின் மீது நிலக்கரியை நிரப்புகின்றனர். உலையின் உச்சியில் உள்ள பெய்குடுவை (hopper) வழியாக அவ்வப்போது நிலக்கரியை உள்ளே இடலாம்.



நீர் வளிமம் தயாரித்தல்

இந் நிலையில்,

$$C + H_2O \longrightarrow CO + H_2 \ldots\ldots..1)$$

என்னும் வினை நிகழும். அதனால் 50% கார்பன் மோனாக்சைடும் 50% ஹைட்ரஜனும் கலந்த வளிமக் கலவை உண்டாகிறது. நீர் வளிமம் எனப்படும் இது, உலையின் மேல்பகுதிப் போக்கு குழாய் வழியே வெளிவருகிறது.

நீர் வளிமம் உண்டாகும் வினை (1) ஒரு வெப்பங் கொள்வினை (endothermic reaction) ஆகும். எனவே நிலக்கரியின் வெப்ப நிலை 1000°C க்குக் கீழ் குறைந்துவிடுகிறது. இக்குறைந்த வெப்பநிலையில் நீர்வளிமம் உண்டாவதில்லை. அதனால் நிலக்கரி மீது கொதி நீராவியைச் செலுத்துவதை நிறுத்திவிட்டு, காற்றைப் பாய்ச்சுகின்றனர். அப்போது,

$$C + O_2 \text{----------->} CO_2$$

என்னும் வினை நிகழும். இது ஒரு வெப்ப உமிழ் வினை (exothermic reaction). ஆதலால் நிலக்கரி எரிந்து வெப்பநிலை மீண்டும் 1400°C ஐ அடைகிறது. உடனே காற்றைச் செலுத்துவதை நிறுத்தி, கொதி நீராவியைச் செலுத்துகின்றனர். அப்போது மீண்டும் வினை (1) நிகழ்ந்து நீர் வளிமம் உற்பத்தியாகிறது. இவ்வாறு கொதி நீராவியையும், காற்றையும் மாறி மாறிச் செலுத்தி நீர் வளிமம் தயாரிக்கின்றனர்.

நீர் வளிமத்தின் வெப்ப மதிப்பீட்டு எண் (calorific value) குறைவு. எனவே இதனை உயர்ந்த பெட்ரோலியம் எண்ணெய்ப் பிளத்தல் வினைக்குட்படுத்தி (cracking), அதனால் கிடைக்கும் வளிமத்தை நீர்வளிமத்துடன் கலக்கின்றனர். இவ்வாறு கிடைக்கும் கலவைக்குக் கார்போனேற்றமடைந்த நீர் வளிமம் எனப் பெயர். இது எரியும்போது நீர் வளிமத்தைவிட மிகு வெப்பம் வெளிப்படுகிறது.

பயன்கள். இது ஓர் எரிவளிமமாகவும், தொழில் முறையில் ஹைட்ரஜன் வளிமத்தைத் தயாரிக்கவும், கார்பனேற்றமடைந்த நீர்வளிமத்தைத் தயாரிக்கவும், விளக்கு எரிக்கவும் பயன்படுகிறது.

- கே.ஆர். கங்காதரன்

நீர் வாழ் களைகள்

இவை நீரிலுள்ள மாசுபடுத்தும் (pollution) தன்மையுள்ள கழிவுகளை நீக்குவதில் பங்கு பெறுகின்றன. நீர் நிலைகளில் உள்ள தாவரங்கள் சில காலத்திற்குப் பின் அழிந்து அவற்றின் சத்துகள் நீரில் கலப்பதால், நீர்வாழ் உயிரினங்கள் வளர முயல்கின்றன. பெரும்பாலான நீர்வாழ் தாவரங்கள் களைச் செடிகளாகக் கருதப்படுவதுடன், நீர் மேலாண்மை (water management) முறைகளுக்கு இடையூறாகவும் உள்ளன. சில களைகள் நீர்த் தூய்மைக்கேட்டிற்கும் காரணமாகின்றன.

நீரோட்டத்திற்குத் தடைகளாக நீரில் வாழும் களைச் செடிகள், பின்னிப் பிணைந்து கால்வாய், ஓடை முதலியவற்றை அடைத்துவிடுகின்றன. களைத் தாவரங்கள் தங்கள் அகன்ற இலைப்பரப்புகளால் நிகழ்த்தும் நீராவிப்போக்கு (transpiration) நீரை வீணாக்குவதுடன், ஓடையின் கரைகள் பாதிக்கப்பட்டு நீர் நிர்வாகம் திறமையற்றுச் செயல்படவும் காரணமாகிறது. மிதக்கும் ஆழமான வேர் உடைய களைகள் கப்பல், படகுப் போக்குவரத்திற்குத் தடையாக உள்ளன. நீர் சேமிக்கும் நிலைகளில் நீர் வாழ் களைகள் வளர்ந்து மீன்பிடிக்கும் தொழிலைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றன. நோய்ப் பரப்பும் காளான், பூசணம், நுண்ணுயிரி, பூச்சி ஆகியவை நீர்த் தேங்கியுள்ள இடங்களில் வளரும் களைத் தாவரங்களில் எளிதாகப் பெருக்கமடைந்து, ஓரிடத்திலிருந்து வேற்றிடங்களுக்குப் பரவியும், நீர்

ஒட்டத்துடன் கலந்தும் நன்னீர் நிலைகளுக்குப் பரவி மாசு விளைவிக்கின்றன. ஏரி, குளம், ஓடை ஆகியவை பல்வேறு களைகளால் பாதிப்படைகின்றன. சால்வினியா என்னும் நீர்வாழ் களை, சம்பல் நதிப் பள்ளத்தாக்கில் பெரும் பரப்பளவில் காணப்படுகிறது.

நீர் வாழ் களைத் தாவரங்களை ஆல்கா இனத்தைச் சார்ந்தனவாகவும், நீர்த் தாவர இனத்தைச் சார்ந்தனவாகவும் வகைப்படுத்தலாம்.

ஆல்கா இனத் தாவரங்கள், சூரிய ஒளி படும் நீர் நிலைகளின் மேற்பரப்பிலும், உவர் நீர் பரப்பிலும் காணப்படுகின்றன. நன்னீரில் வாழும் ஆல்காக்களின் அளவு மிகும்போது, நீரில் உள்ள ஆக்சிஜன் அளவு குறைகிறது. இதனால் நீர்வாழ் நுண்ணுயிரி, மீன் முதலானவை பாதிக்கப்படுகின்றன. நீலப்பச்சைப் பாசி போன்ற ஆல்காக்கள் பாசனத்திற்கு இடையூறு விளைவிக்காவிட்டாலும், நீரின் தரம், மணம் முதலானவை பாதிக்கப்படுகின்றன. பல்வேறு பாசி இனங்கள் நச்சுப் பொருள்களை வெளியேற்றுவதால் நீர் வாழ் உயிரினங்கள் அழிக்கப்படுகின்றன. பாசி வகைகள் குளிர்ந்த நீரிலும், இளவெப்ப நீரிலும் வளர வல்லவை. பாசிகள் குடிநீரில் வளர்வதால், குடிநீரின் தன்மை பாதிக்கப்படுகிறது.

நாடா வகைப் பாசி இனங்கள் ஒன்றோடொன்று படர்ந்து பின்னிக் கொள்வதால், நீரோடைகள் பாதிக்கப்பட்டு நீரோட்டம் தடைப்படுகிறது. சில ஆல்காக்கள் ஆக்சிஜனை உண்டாக்குவதால் நீர்ச் சூழ்நிலையியலுக்கு உதவியாகவுள்ளன. மேலும் நீர் வாழ் உயிரினங்களுக்கு உணவாகவும் பயன்படுகின்றன. இவை பெருகும்போது நன்னீர்ச் சூழ்நிலையைப் பாதிக்கின்றன. அடர்ந்த ஆல்காக்களின் வளர்ச்சி நீருக்கு அடியுள்ள தரைமட்டத்தை மூடுவதால், நீர் வாழ் தாவரங்களின் விதை முளைப்பு, வேர் வளர்ச்சி முதலானவை பாதிப்படையும். காரா, நைடல்லா ஸ்பைரோனகரா போன்றவை நாடா வகை ஆல்காக்களில் குறிப்பிடத்தக்கவை.

நீர் வாழ் தாவரங்கள் ஏறத்தாழ 100 தாவரக் குடும்பங்களைச் சார்ந்தவை. சில முழுவதுமாக நீரில் மூழ்கியும், சில நீருக்கு மேற்பரப்பிலும் காணப்படுகின்றன. பல்வேறு தகவமைவுகள், இவை நீரில் வாழ்வதற்கு ஏற்றவையாக அமைந்துள்ளன. தண்டு மற்றும் இலைகளில் உள்ள செல்களிடையே காற்றிடங்கள் மிகுந்துள்ளமையால் சுவாசித்தல் எளிதாகிறது.

நீரில் முழுமையாக மூழ்கிய களைத் தாவரங்களின் பகுதிகள் அனைத்தும் நீர் நிலைகளினுள் முற்றிலுமாக மூழ்கிக் காணப்படும். இவை விதைகளை உண்டாக்கி இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. நன்கு வளர்ந்த வேர், இலை, தண்டு முதலியவற்றை இவை கொண்டுள்ளன. இக்களைத் தாவரங்கள் நீரின் 4-5 மீ. ஆழத்தில் பெரும்பாலும் காணப்படுகின்றன. ஊட்டச் சத்து, களைக் கொல்லி ஆகியன தாவரங்களின் அனைத்துப் பகுதிகளாலும் உறிஞ்சி எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. பொடோமோஜிடான், இலோடியா, அலிஸ்மா, லெம்னா போன்ற களைச் செடிகள் இவ்கையைச் சார்ந்தன.

நிலம்போ, ஜஸ்ஸியா, லைத்திரம், எபிலோபியம் போன்ற களைத் தாவரங்களின் வேர்கள் நீரினுள் உள்ள சகதியில் ஊன்றியும், மற்றப் படரும் தண்டு, இலை முதலானவை நீரின் மேற்பரப்பிலும் காணப்படும். இவற்றின் இலைகள் அகலமாகவும் 5-50 செ.மீ. விட்டமுடனும் உள்ளன. சில இலைகள் புற்களின் இலைகள் போன்று நீண்டு குறுகிக் காணப்படும்.

டைஃபா, பாலிகோணம், பாபுலஸ், சிர்பஸ் போன்ற நீர்வாழ் களைத் தாவரங்கள் ஈரப்பகுதி மிகுந்த நிலைகளிலும், நீரின் ஆழம் ஏறக்குறைய 100 செ.மீ. உள்ள இடங்களிலும் வளர்பவை. இவ்வகை நீர் வாழ் களைகள் நன்கு வளர்ந்த வேர்களையுடைய சிறு செடிகள், புல்லினங்கள், சிறுமலர்கள் முதலியவற்றைச் சார்ந்தன.

மிதக்கும் நீர் வாழ் களைகளான எக்கார்னியா, பிஸ்டியா, சால்வினியா போன்றவை நீரின் மேற்பரப்பில் மிதக்கும் அகன்ற இலைகளையும் வேர்களையும் கொண்டுள்ளன. சில தாவரங்கள் மிதந்து ஓரிடம் விட்டு வேறிடம் செல்வனவாகவும், வேறு சிலவற்றின் வேர்ப் பகுதிகள் நிலத்தில் ஊன்றியும், இலைக்காம்பு நீரின் ஆழத்திற்கேற்றவாறு மாறுபட்டு, இலைகள் நீரின் மேற்பரப்பில் மிதக்குமாறும் அமைந்திருக்கும். ஏற்ற சூழ்நிலையில் இக்களைகள் மிக விரைவில் இனப்பெருக்கமடைந்து களைத் தாவரங்களாக விளங்குகின்றன. நீர் வாழ் களைத் தாவரங்கள் சூரிய ஆற்றலைப் பயனுள்ள வகையில் உள்ளேற்று உணவுப் பொருளாக மாற்றுவதில் சிறந்து விளங்குகின்றன.

ஹைட்ரில்லா என்னும் களைத் தாவரம் நீரில் முற்றிலும் மூழ்கிக் காணப்படும். ஆழமான நீர் நிலைகளில் வளரும் இத்தாவரத்தின் இலைகள் நீண்டு, குறுகலாக, இலைக்காம்பற்று அடுக்குகளாகக் காணப்படும். தண்டுப்பகுதி வேர்க்கிழங்கு மூலமாக இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகிறது. அடர்த்தியாக வளரும்

இத்தாவரம் நீரினுள் ஒளி புகாவண்ணம் தடுக்கிறது. ஏரி, குளங்களில் நீரை ஒருமுறை வடிகட்டினால், செடிகள் உலர்ந்து மடியும். டையுரான், பாராகுவாட் போன்ற களைக் கொல்லிகளால் இதை எளிதில் கட்டுப்படுத்தலாம்.

பிஸ்டியா என்னும் நீர் வாழ் களையின் இலைகள் பசுமையும் மஞ்சள் நிறமும் கலந்து அடுக்காகக் காணப்படும். டைகுவாட் களைக் கொல்லியால் எளிதாக இக்களையைக் கட்டுப்படுத்தலாம். சால்வினியா என்னும் மிதக்கும் களை நன்செய் நிலங்களிலும், நெல் பயிரிடப்படும் நிலங்களிலும் காணப்படுகிறது. இதனால் வேளாண்மை, நீர்ப்பாசனம், மின் உற்பத்தி போன்ற பணிகளுக்கு இடையூறாக உள்ளது. இது நீர்நிலைகளில் விரைவில் வளரும் தன்மையுடையது. பாராகுவாட் களைக்கொல்லியால் இக்களையைக் கட்டுப்படுத்தலாம். ஐபோமியா அக்குவாட்டிகா என்னும் களையால் மீன் வளர்ப்பு பாதிக்கப்படுகிறது. இக்களையைக் கட்டுப்படுத்தவும் பாராகுவாட் களைக்கொல்லி பயன்படுகிறது.

- கு. பத்மநாபன்

துணைநூல். V.S. Rao, *Prinicple of Weed Science*, Oxford and IBH Publishing Company, New Delhi, 1983.

நீர் விருப்பு, வெறுப்புக் கூழ்மங்கள்

நீரைக் கரைப்பானாகப் பயன்படுத்தும்போது நீர் விருப்புள்ள (hydrophilic), நீர் வெறுப்புள்ள (hydrophobic) ஆகிய சொற்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நீர்த்த அல்லது முனைவுடை கரைசல் (polar solution) அயனிகள் அல்லது முனைவுடைத் தொகுதிகள் (polar groups) அனைத்தும் நீர் விருப்புள்ளவை. எ-டு: சோப்பு மூலக்கூறிலுள்ள COO^- தொகுதி நீர் விருப்புள்ளது. நீர்த்த அல்லது முனைவுடை கரைசலில் நீர் வெறுப்புள்ள தொகுதி முனைவுடையதாக இராது. எ-டு: சோப்பு மூலக்கூறிலுள்ள ஹைட்ரோகார்பன் தொகுதி நீர் வெறுப்புள்ளது. நீர் விருப்புள்ள கூழ்மத்திலுள்ள பிரிகைத் துகள்கள் நீர் விருப்புள்ளவை. நீர் வெறுப்புள்ள கூழ்மத்திலுள்ள (colloid) பிரிகைத் துகள்கள் நீரேற்றம் அடையா.

பிரிகை நிலைமைக்கும் (dispersed phase), பிரிகை ஊடகத்திற்கும் (dispersed medium) உள்ள நாட்டத்தைப் பொறுத்துக் கூழ்மத்தை நீர்விருப்புள்ள கூழ்மம், நீர் வெறுப்புள்ள கூழ்மம் என்று இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

நீர் விருப்புள்ள கூழ்மம். கூழ்மக் கரைசலில் பிரிகை ஊடகம் நீராக இருக்கும்போது, பிரிகை நிலைமைக்கும் பிரிகை ஊடகத்திற்கும் நாட்டம் மிகுந்திருக்கும். இதற்கு நீர் விருப்புள்ள கூழ்மம் என்று பெயர். இது கரைசலாக இருந்தால், பால்மம் (emulsion) எனப்படும். இது ஒருமுறை வீழ்படிவு ஆனவுடன், மீண்டும் நேரிடையாகக் கூழ்மமாக மாற்றப்படலாம். எனவே இது மீள்தன்மையுள்ள கூழ்மமாகும். எ-டு: ஜெலட்டின் பசை, புரதம், ஸ்டார்ச்.

நீர் வெறுப்புள்ள கூழ்மம். கூழ்மக் கரைசலில் பிரிகை ஊடகம் நீராக இருக்கும்போது பிரிகை நிலைமைக்கும், பிரிகை ஊடகத்திற்கும் நாட்டம் சிறிதளவே இருக்கும். இதற்கு நீர் வெறுப்புள்ள கூழ்மம் என்று பெயர். சில சமயத்தில் இது தொங்கல் (suspension) எனப்படும். இதை ஒருமுறை வீழ்படிவு ஆனவுடன் மீண்டும் நேரிடையாகக் கூழ்மமாக மாற்ற முடியாது. அதனால் இது மீள் தன்மையற்ற கூழ்மமாகும். எடு: கரையாத பொருள்களாகிய உலோகம், உலோக சல்ஃபைடு, உலோக ஹைட்ராக்சைடு.

தயாரிக்கும் முறை. ஸ்டார்ச் அல்லது ஜெலட்டினை நீருடன் சேர்த்துக் குலுக்கியோ சூடேற்றியோ நீர் விருப்புள்ள கூழ்மத்தை எளிதில் தயாரிக்கலாம். இது நிலைத்த தன்மை கொண்டது. இதற்கு இயற்கைக் கூழ்மம் (intrinsic colloid) என்று பெயர். மின்னாற் பகுபொருள், கூழ்மக் கரைசல்களாகிய (colloidal electrolyte) சோப், வண்ணங்கள் முதலியவற்றை இதுபோல் தயாரிக்கலாம்.

நீர் வெறுப்புக் கரைசலைத் தயாரிக்கச் சில தனிப்பட்ட முறைகளைக் கையாள வேண்டும். பொருள்களை நேரிடையாகக் கூழ்மக் கரைசலாக மாற்ற முடியாமையால் இதற்குச் செயற்கைக் கூழ்மம் (extrinsic colloid) என்று பெயர்.

பயன். அன்றாடம் பயன்படும் பல பொருள்கள் கூழ்மநிலையில் உள்ளன. உடலில் உள்ள பல நீர்மம், நீர் நாளங்களிலிருந்து சுரக்கும் குருதி ஆகியன கூழ்மப் பொருள்கள் ஆகும். எனவே செரித்தல், சுரத்தல் போன்ற வாழ்க்கையின் இன்றியமையாத முறைகளில் கூழ்மங்கள் பயன்படுகின்றன.

பண்பு	நீர்விருப்புள்ள கூழ்மம்	நீர் வெறுப்புள்ள கூழ்மம்
உறுதிநிலை	கூழ்மத்திலுள்ள துகள்கள் மிகவும் உறுதியானவை. மீள் தன்மையுடையவை.	துகள் உறுதியற்றவை. மீள் தன்மையற்றவை.
நீரேற்றம்	கூழ்மக்கரைசலிலுள்ள துகள்கள் எளிதில் நீரால் சூழ்ந்து கொள்ளப்படுகின்றன. நீரேற்றத்தால் மூலக்கூறுகள் அதிக உறுதி அடைகின்றன.	கூழ்மக்கரைசலிலுள்ள துகள்களுக்கு நீரேற்றம் குறைவு
புறப்பரப்பின் இழுவிசை (surface tension)	புறப்பரப்பின் இழுவிசை பொதுவாகப் பிரிகை ஊடகத்தைவிடக் குறைவாக இருக்கும்.	புறப்பரப்பின் இழுவிசை எப்போதும் ஊடகத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். ஊடகத்தில் துகள்கள் பரவியிருக்கும்.
பாகுதன்மை (viscosity)	பாகுதன்மை ஊடகத்தை விட மிகுதியாக இருக்கும்.	பாகுதன்மை ஏறக்குறையப் பிரிகை ஊடகத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்.
மின்சுமை	ஊடகத்தின் PHஐப் பொறுத்து நீர்விருப்புள்ள கூழ்மத்தின் துகள்கள் நேர்மின் அயனிகளாகவோ, எதிர் மின் அயனிகளாகவோ நடுநிலையாக்கமாகவோ இருக்கும்.	கூழ்மத்தின் துகள்கள் நேர்மின் அயனிகளாகவோ, எதிர்மின் அயனிகளாகவோ இருக்கும்.
மின்புலத்தில் இடமாற்றம்	கூழ்மத்திலுள்ள துகள்கள் மின்புலத்தில் இரண்டு திசைகளிலும் நகரும் அல்லது நகராமல் இருக்கும்.	கூழ்மத்திலுள்ள துகள்கள் மின்புலத்தில் நேர்மின் முனை அல்லது எதிர்மின்முனையை நோக்கி நகரும்.
அடர்த்தி	இது கலவை விதிக்கு உடன்படாது.	கூழ்மக் கரைசலின் அடர்த்தி, கலவை விதிக்கு உடன்படும்.
கடத்துந்திறன்	கூழ்மத்தில் கணிசமான கடத்தி இருப்பதால் கடத்தியை எளிதாக அளக்கலாம்.	கூழ்மம் மின்பகுபொருளால் எளிதில் நகர்வதால், கடத்தியை எப்போதாவது அளக்கலாம்.
பகுபொருளின் விளைவு	கூழ்மத்துடன் சிறிதளவு மின்பகுபொருள் எந்த விளைவும் உண்டாக்காது. அதிக அளவு சேர்த்தால் வீழ்படிவு உண்டாகும்.	கூழ்மத்துடன் சிறிதளவு பகுபொருள் சேர்த்தால் விரைவில் வீழ்படிவு உண்டாகும்.
டிண்டால் விளைவு	டிண்டால் விளைவு மிகத்தெளிவாக இருக்கும்.	டிண்டால் விளைவு தெளிவாக இராது.

உண்ணும் உணவு, உடுக்கும் உடை, காலணி, வசிக்கும் வீடு, நூல், செய்தித்தாள் அனைத்தும் கூழ்ம நிலையிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்டவை. வானம் நீலநிறமாக உள்ளமைக்கும் கூழ்மங்களே காரணம். மண் கூழ்ம நிலையில் உள்ளது. மேகங்களிலிருந்து மழை உருவாவதும், ஆற்றுப் படுகையில் வளமான பகுதி உருவாவதும் கூழ்மச் செயல்களேயாகும்.

நெகிழி, பீங்கான் பொருள், மை, சோப்பு, வண்ணங்கள், சிமெண்ட், தோல், பதனிட்ட தோல் ஆகிய யாவும் கூழ்மங்களே. கூழ்மத் துகள்களை வீழ்படிவாக்கும் செயலே தோல் பதனிடல் எனப்படுகிறது. கூழ்மநிலையில் உள்ள மருந்துகளை உடல் எளிதில் உறிஞ்சுகிறது. எனவே, கூழ்ம நிலையிலுள்ள மருந்துகள் மற்ற மருந்துகளைவிடச் சிறந்தவை. அழுக்கை நீக்கும் சோப்பின் செயல் கூழ்மநிலையில் ஏற்படுவதாகும். நீரில் இருக்கும் களிமண் துகள் கூழ்ம நிலையில் உள்ளது. நீரைத் தூய்மைப்படுத்தும் முறையில் இத்துகள்களை நீக்க அலுமினிய அயனிகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இவை களிமண் துகள்களைத் திரியச் செய்கின்றன. இவற்றைப் பிறகு வடிகட்டி நீக்கிக் குடிநீர் தயாரிக்கப்படுகிறது.

தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளியேறும் புகை காற்றை மாசுபடுத்துகிறது. புகை என்பது கரித் துகள்கள் காற்றில் பரவி உள்ளவையால் உண்டான கூழ்மம் ஆகும். இவை வெளியேறும் புகைபோக்கிகளில் அதிக மின்னேற்றமுள்ள மின்முனைத் தண்டுகளைப் பயன்படுத்தி, கரித்துகள்கள் வீழ்படிவாக்கித் தனித்துப் பிரிக்கப்படும். இவ்வாறு புகையால் ஏற்படும் தீங்கு தவிர்க்கப்படுகிறது. பருமனறி, பண்பறி பகுப்பாய்வுகளுக்கும், கரிம ஒடுக்கும் பொருள்களைக் கண்டுபிடிக்கவும், இயற்கைத் தேனிலிருந்து செயற்கைத் தேனை வேறுபடுத்திக் காட்டவும் கூழ்மங்கள் பயன்படுகின்றன.

- செ. மாலதி

நீர் வீக்கம்

உடலின் மேல் தோலுக்கடியில் மிகுதியாக நீர் கோத்துத் தேங்குதலே நீர் வீக்கம் (anasarca) எனப்படுகிறது.

காரணங்கள்

குருதி நாளங்களில் எதிர்ப்புத் தன்மை குறைதல், கட்டி மற்றும் புற்றுகளால் குருதி நாளங்கள் அழுத்தப்படுதல், பிறவியிலிருந்தே உருவாகும் இதய நோய்கள், பாரம்பரியக் குறைபாடுகளால் நிணநீர் முடிப்புகள் இல்லாமை ஆகிய காரணங்களால் குருதி நாளங்களின் எதிர்ப்புத் தன்மை குறைந்து நீர் வீக்கம் உண்டாகும்.

புரதக் குறைவு. கல்லீரல் கோளாறுகளால் அல்புமின் புரதத் தயாரிப்பு குறைதல், சிறுநீரக மற்றும் சிறுகுடல் நோய்களால் ஏற்படும் புரத இழப்பு, உருண்டைப் புழுக்களின் மிகையான தாக்குதல், தீவனத்தில் புரதப் பற்றாக்குறை ஆகிய காரணங்களால் கால்நடைகளில் புரதக் குறைவு ஏற்பட்டு நீர் வீக்கம் ஏற்படலாம்.

குருதி நாளங்களின் சேதம். குருதி உறைதலுக்குப் பயன்படும் தட்டையணுக்கள் (platelets) குறைந்து போதல், வைட்டமின் குறைபாடு ஏற்படுதல், ஒவ்வாமை மற்றும் இதர நோய்களால் குருதி நாளங்களுக்கு விளையும் சேதங்கள் ஆகிய காரணங்களாலும் மேல் தோலுக்கடியில் நீர் கோக்கக்கூடும்.

சிறுபரப்பிற்குட்பட்ட வீக்கங்கள். கிளாஸ்ட்ரிடியம் (Clostridium), அடைப்பான் நோய் நுண்ணுயிரிகளால் ஏற்படும் கழுத்து, முன் கால்களுக்கு இடையிலான வீக்கங்கள், தேனீ, குளவிக் கடிகளால் ஏற்படும் வீக்கங்கள், பன்றிகளில் தைராய்டு சுரப்பிக் கோளாறுகளால் கழுத்துப் பகுதியில் தோன்றும் வீக்கங்கள் ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவை.

நோயின் தன்மை. இத்தகைய நீர்வீக்கம் உடலின் பெரும்பகுதியிலோ, ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் மட்டுமோ தோன்றுவதுண்டு. ஒவ்வாமையினால் திடீரென்று தோன்றும் நீர் வீக்கங்கள் பரவலாகக் காணப்படும். மூக்குத் துளைகளுக்கு இடைப்பட்ட பகுதி, தலைப்பகுதி, மடி ஆகியவற்றில் இந்நீர் வீக்கம் காணப்படும். கண் பாதிக்கப்படும்போது கண்ணீர் மிகையாகச் சுரக்கும். மடி பாதிக்கப்படும்போது மடியின் அடிப்பகுதியிலும் காம்புகளிலும் நீர் வீக்கம் காணப்படும். பொதுவாக நீர் வீக்கங்களைத் தொடுவதால் வலி இராவிடினும், கால்நடைகளுக்கு ஒருவித அரிப்பை ஏற்படுத்திக் கொண்டிருக்கும். இவ்வரிப்பை, கால்நடைகள் தலையை அடிக்கடி அசைத்துக் கொண்டிருப்பதிலிருந்தும், நீர் வீக்கத்தைப் பிற பொருள்களின் மீது உராய்ந்து கொள்வதிலிருந்தும் அறியலாம்.

நோயறிதல். சிறுநீர்ப்பாதை அடைப்பால் ஏற்படும் அடிவயிற்றுச் சிறுநீர்த் தேக்கம் இத்தகைய நீர் வீக்கத்தை ஒத்திருக்கும். ஒவ்வாமை நீர் வீக்கங்கள் திடீரெனத் தோன்றித் திடீரென்று மறையும் தன்மையைக் கொண்டிருக்கும். மேலும் நீர் வீக்கத்தின் தன்மை, இடம் ஆகியவற்றைக் கொண்டும் இதையறிந்து கொள்ளலாம்.

மருத்துவம். நீர் வீக்கம் பெரிதாக இருப்பின், நீரகற்றி மருந்துகள் (diuretics) கொடுத்தல், சிறு குழாய் மூலம் நீரை வெளியேற்றுதல் அல்லது கத்தியால் கிழித்து நீரை வெளியேற்றுதல் போன்ற முறைகள் பயன்படும். ஒவ்வாமை நீர் வீக்கங்களுக்கு, வெளிப்புறத்தில் எவ்வித மருந்தும் பயன்படுத்த வேண்டியதில்லை. எனினும் ஒவ்வாமை எதிர்ப்பு (anti allergic) மருந்துகள் உள்ளே செலுத்தப்பட வேண்டும். ஒவ்வாமைக்கான காரணியை அகற்றுவதற்காகச் சில சமயங்களில் மலமிளக்கிகள் கொடுக்கப்படுவதுண்டு.

- ஆர். கோவிந்தராஜு

நீரடி ஒளிப்படவியல்

ஒளிப்படத் தொழில் நுட்பங்களை நீர்மட்டத்தின் அடியில் பயன்படுத்திப் படங்கள் எடுப்பது நீரடி ஒளிப்படவியல் (under water photography) எனப்படும். நீர் மட்டத்திற்கு மேலுள்ள காற்று மண்டலத்தில் ஒளிப்படப் பதிவுக்கருவிகள் எவ்வளவு பயனுள்ளவையோ அந்த அளவுக்கு நீருக்கு அடியிலுள்ள பொருள்களைப் படப்பதிவு செய்வதிலும் அவை பயனுள்ளவை. இதில் ஒளிப்படவியலில், தனிப்படங்கள், இயங்குநிலைப்படங்கள், முப்பரிமாணப் படங்கள், நிழற்படங்கள், காலக்கடவுமேவிய (elapsed time) இயங்குநிலை ஒளிப்படங்கள் போன்ற பிரிவுகள் நடைமுறையில் உள்ளன.

நீரின் ஆழம் குறைவான இடங்களில் ஒளிப்படமெடுப்பது கை இயக்க நீரடி ஒளிப்படவியல் எனப்படும். இம்முறையில் படமெடுப்பவர், நீர்மூழ்கி உடையை அணிந்து ஒளிப்படப் பெட்டியுடன் நீரில் மூழ்கி, கையால் கருவியை இயக்கிப் பொருளை நேரடியாகப் படமெடுப்பார். இவ்வகை நீரடி ஒளிப்படவியல், நீரில் மூழ்குபவர், தன்னிச்சையாக மூச்சு இழுத்து விடுவதற்கான கருவிகள் கண்டுபிடிக்கப்படும் வரை தொழில் நுட்பங்கொண்ட அறிவியல் துறையாக எண்ணப்படவில்லை.

நீரடி ஒளிப்படவியல் பல்வகைக் காரணிகள் (different factors) கட்டுப்பாட்டில் இயங்குவது, அவற்றில் நீருக்கடியில் படமெடுகக்கும் இடத்தில் கிடைக்கக்கூடிய, ஒளி, நீரின் தெளிவு, ஒளியின் பல்வேறு வண்ணங்களுக்கான நீரின் வகைப்பாடு, உட்கவரும் தன்மை, ஒளிப்படப்பெட்டிகளுக்காக நீருக்கடியில் எடுத்துச் செல்லப்படும் பாதுகாப்புப் பெட்டகம், அதை இயக்குவதற்கான துணைக்கருவிகள், பயன்படுத்தப்படும் ஒளிப்படப்படலத்தின் தகைமை போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கவை. நீரின் ஆழம் மிகுதியாக இருக்கும்போது ஒளி அருகிவிடுவதால் 50 மீட்டருக்குக் கீழே தெளிவாகப் படங்களை எடுக்க இயலாது. பெரும்பாலும் படமெடுக்க இயற்கை ஒளியைச் சார்ந்திருந்தாலும் கூடுதல் ஒளிக்குத் தெறிப்பு ஒளிக்குமிழங்களும் (flash bulbs) மின் அணுத்தெறிப்பு ஒளியும் (electronic flash) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆயினும் செயற்கை ஒளியை

நீரடியில் படமெடுக்கப் பயன்படுத்துகையில் எடுக்கும் படத்தில் வண்ணச்சமன் (colour balance) இருக்க வேண்டுமெனில் நீரின் வண்ண உட்கவர் தன்மையை ஆய்ந்து செயல்பட வேண்டும். நீலவண்ணம் சார்ந்த ஒளியைவிடச் சிவப்பு, மஞ்சள் ஒளியை நீர் மிகுதியும் உட்கவர்கிறது. கடல்நீரின் நீலவண்ண ஒளிக்கதிர் நீரின் மிகு ஆழத்திற்கு ஊடுருவிச் செல்கிறது. புறச் சிவப்பு ஒளி, புற ஊதா ஒளி ஆகியன நீரில் ஊடுருவிச் செல்கையில் வேகமாக ஆற்றலை இழக்கின்றன. காற்று மண்டலத்தில் இவை ஊடுருவிச் செல்லும் ஆற்றல் மிகுந்துள்ளமையைக் காணலாம். நீருக்கடியில் ஒளியின் ஆற்றல் குறைவாக உள்ளமையால், ஒளிவடிப்பிகள் உரிய பயன் தரா. எடுக்கப்படும் படங்களுக்கும் அவற்றால் தீமை விளையும்.

பெருமளவில் நீரின் ஒளி ஊடுருவிச் செல்ல விடும் பண்பே படமெடுப்பதில் ஒரு வரையறு கூறாக உள்ளது. இப்பண்பு நீரில் உறையும் உயிரிகளையும், அதனுள்ளே காணப்படும் வண்டல் துகள்களையும் பொறுத்தது. தவிர இது அவ்வப்போது முற்றிலும் மாறுபடும் தன்மையது. செயற்கை ஒளி மூலம் இப்பண்பை மிகைப்படச் செய்ய இயலாது. நீரிலுள்ள சிறு துகள்கள் ஒளி ஆற்றலைச்

சிதறச் செய்வதால் குழம்பிய நீரில் செலுத்தப்படும் மிகையான ஒளி தரங்குறைந்த ஒளிப்படங்களையே தோற்றுவிக்கும்.

மிகை ஊடுருவல் பண்பு கொண்டதாய்த் தன்னகத்தே உள்ள பொருள்களைத் தெளிவாகக் காட்டும் நீர், நிலப்பரப்பிலிருந்து நீண்ட தொலைவிலுள்ள ஆழ்கடல் நீரேயாகும். மேலும் வறட்சி மிக்க நிலப்பகுதியையும் கடினப் பாறைப் பகுதியையும் கரையாகக் கொண்ட கடல்நீரில் அடிவண்டல் துகள் சிறிதும் இன்மையால் அங்குள்ள நீரும் தெளிவாக உள்ளமையைக் காணலாம். இது போன்ற நீரில் ஏறத்தாழ 100மீ. ஆழம் வரை பொருள்களைத் தெளிவாகக் காண முடியும். சில நேரங்களில் இவ்வகையான நீர்ப்பரப்புகள் கண்டங்களின் நிற எல்லைகள் நெருங்கி அமையும்போது ஒன்றின்மேல் ஒன்றாக அமைவதால் அவ்விடங்களின் கரையோரப் பகுதிகளில் தற்காலிகமாக நீர் மிகத் தெளிந்து காணப்படும். பெரும்பாலும் நீரடியின் தெளிவான தோற்றம் 30 மீட்டருக்கும் குறைவாகவே உள்ளது. ஐக்கிய அமெரிக்காவின் கலிஃபோர்னியாத் தென்பகுதியில் 5மீ. ஆழத்திற்கே நீரடி, தோற்றமுடையதாக உள்ளமை குறிப்பிடத்தக்கது.

நீரடியில் ஒளிப்படங்கள் எடுக்கும்போது பொருள்களை மிகவும் நெருங்கியே படங்கள் எடுக்க வேண்டியுள்ளமையால், விரிவான கோணங்களில் பொருளைக் காட்டக்கூடிய அகலக் கண்ணாடி வில்லைகளையே பயன்படுத்த வேண்டும். தவிர நீரடியில் காற்றறைக்குள் இயங்கும் ஒளிப்படப் பெட்டிக்கும், வெளியே பொருள் அமைந்துள்ள நீருக்கும் ஒளிவிலகல் எண்கள் வெவ்வேறாக உள்ளமையால் பொருள் ஏறத்தாழ 25% உருப்பெருக்கம் அடைவதாலும் பரந்த கோணக் கண்ணாடி வில்லை தேவைப்படுகிறது. எனினும் இந்த உருப்பெருக்கத்தை நீக்குவதற்கான தனிவகை வில்லைகளும் இப்போது பயன்படுகின்றன.

நீரடி ஒளிப்படங்களை எந்த ஆழத்திலும் எடுக்கும் வகையில் தற்போது ஒளிப்படக் கருவிகள் கிடைக்கின்றன. படங்கள் எடுப்பதற்குரிய எல்லைக்கூறு படமெடுப்பவரையே பொறுத்தது. படமெடுக்கும் கருவிகள் பரந்துபட்ட எல்லை கொண்டவை என்னும் நிலை உருவாகியுள்ளது. நீரில் மூழ்கிப் படமெடுப்பவர் எவ்வளவு நேரம் இடர்ப்பாடு ஏதுமின்றி நீருக்கடியில் இருக்க இயலுமோ அதுவரை மட்டுமே இருக்கலாம். தவிர அவர் மனித உடற்கூறு அமைப்பின் ஆற்றல் எல்லையை நன்குணர்ந்தவராகத் தொடர்ந்து செயல்பட வேண்டும். உரிய பயிற்சியும் பட்டறிவும் பெற்றவர்கள் 50 மீ. ஆழம் வரை நீருக்குள் இறங்கிப் படமெடுக்க இயலும். எனினும் மிகக் குறுகிய நேரத்தில் படமெடுக்க வேண்டிய பொருளைத் தெரிவுசெய்து, தேவைப்படின் அதன்மீது ஒளியைப் பாயச் செய்து விரைந்து படம் எடுக்க வேண்டும். 77 மீ. ஆழம் வரை சென்று இவ்வாறு ஒளிப்படங்கள் எடுக்கப்பட்டுள்ளன. கையால் இயக்கும் ஒளிப்படப் பெட்டிகளைக் கொண்டு நீரில் மூழ்கிப் படமெடுப்பதற்கு ஏறத்தாழ இதுவே ஒரு மிகையான வரம்பு ஆகும்.

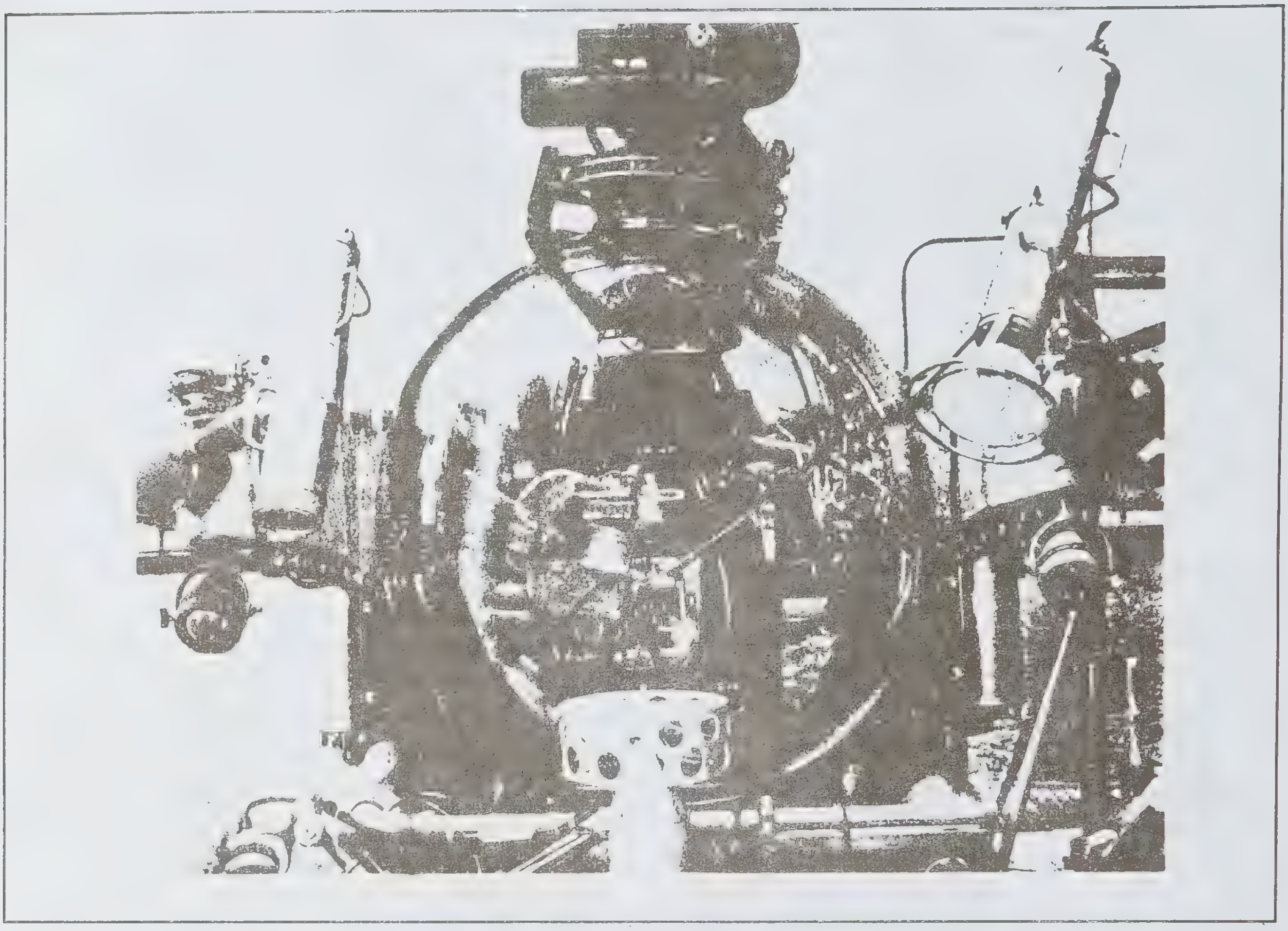
ஆழ்கடல் நீரடி ஒளிப்படவியல். ஆழ்கடலில் நீரடி ஒளிப்படமெடுக்க அதற்கென வடிவமைக்கப்பட்ட ஒளிப்படப்பெட்டியும், அதனை முறையாகப் பயன்படுத்த ஏனைய துணைக்கருவிகளும், ஒளிப்பாய்ச்சும் கருவிகளும் தேவைப்படும். அவை வருமாறு:

ஒளிப்படப்பெட்டி, ஒளிமூலங்கள் ஆகியவற்றிற்கான மிகையழுத்தம் தாங்கக்கூடிய நீர்ப்புகாப் பெட்டகங்கள் இன்றியமையாதவை. ஒவ்வொரு 10மீ. ஆழத்திற்கும் அழுத்தம் ஏறத்தாழ ஒரு காற்றுமண்டல அழுத்தம் கூடுதல் என்னும் வகையில் ஆழத்தோடு அழுத்தம் பெருகிக் கொண்டே போகும். 12,000மீ மிகு ஆழத்திற்கு 1200 கி.கி/க.செ.மீ. அழுத்தம் தாங்கக்கூடிய பெட்டகங்கள் தேவைப்படும். இந்தப் பெட்டகத்தில் ஒளி பாய்வதற்கான கண்ணாடி வில்லை பொருத்தப்படும். சன்னல் மற்றும் மின்னாற்றல் தொடர்பான பெட்டகச் சுவர்த் துளைகளில் கசிவில்லா மூடிகள் போன்றவையும் மிகை அழுத்தம் தாங்கக் கூடிய வகையில் வடிவமைக்கப்பட வேண்டும்.

சூரிய ஒளி சில நூறு மீட்டர் ஆழத்திலேயே ஏறத்தாழ நீரால் முழுமையாக உட்கவரப்படுவதால், கடல் நீரில் மிக ஆழத்தில் எடுக்கப்படும் ஒளிப்படங்களுக்கு அது பயனற்றதாகிறது. படமெடுப்பதற்குரிய ஒளியைப் பெறத் துணை ஒளிமூலங்கள் மிகத் தேவையானவை.

ஒரு பக்கம் நீர்ப் பரப்போடு தொடர்புள்ள கண்ணாடிவில்லையினால் ஏற்படும் பொருளின் உருக்குலைவை நீக்க, படப்பெட்டியின் ஒளியியல் அமைப்பு சீர் செய்யப்பட வேண்டும். எனினும், எடுக்கப்படும் படங்களில் சிறு குறைகள் இருந்தாலும், பெருவாரியான ஒளிப்பெட்டிகளில், காற்று மண்டலத்தில் இயக்கப்படும் பெட்டிகளுக்கான கண்ணாடி வில்லைகளே பயனாகின்றன.

விரும்பிய வண்ணம் பொருள்களைப் படம் எடுப்பதற்கு ஒளிப்படப்பெட்டி சரியான இடத்தில்



வைக்கப்பட்டு விசைமுடுக்கம் (triggering) செய்யப்பட வேண்டும். ஆழத்தில் மூழ்கியிருக்கும் ஒரு பெட்டகம் நீரடியில் செயல்படும் ஒலி எதிரொலிப்பியோடு இணைக்கப்பட்ட ஒரு வடத்தின் வழியாகவே இயக்கப்படுகிறது. கடல் அடித்தளங்களைப் படமெடுக்கப் பயன்படுத்தப்படும் ஒளிப்படப்பெட்டிகள் அடித்தளத் தொடுவுணர்வு இணைப்பி (bottom sensing switches) வழி இயக்கப்படுகின்றன.

ஒளிப்படப்பெட்டியும் ஒளி மூலங்களுக்கான பெட்டகங்களும். நீள் சதுர வடிவப் பெட்டகங்களைவிடக் குழாய்களே வலிமை பொருந்தியவையாக உள்ளமையாலும், எளிதாகக் கிடைப்பதாலும் அவையே வேண்டிய பரிமாணங்களில் பெருமளவு பயன்படுத்தப்படும். உள்விட்டம் 10 செ.மீ. கொண்ட குழாய் மிகவும் பயனுடையது. இதனுள் 800 ஒளிப்படங்கள் பதிவாகக்கூடிய 35 மி.மீ. ஒளிப்படச்சுருள் ஒன்றின் செந்தரமாகக் கிடைக்கக்கூடிய 30 மீ. சுருள் கொண்ட சக்கரம் ஒன்றினை எளிதாக உள்ளடக்கி வைக்க இயலும். ஒரு நீரடி இயக்கத்திற்கு 3200 ஒளிப்படங்கள் வரை எடுப்பதற்கான 122மீ. நீள ஒளிப்படலங்களாகக் கொண்டு இயங்குவதற்கான பெரிய ஒளிப்படப்பெட்டிகளும் பயன்படுகின்றன. இவ்வகை, நிரடி ஒளிப்பட அளக்கையில் (survey) சிறப்பிடம் பெறும். ஏனெனில், இயல்பான நிலையில் நீரடி ஒளிப்படமெடுக்க ஒளிப்படப்பெட்டியைப் பன்முறை நீரில் இறங்கி ஏற்றுவதில் மிகுதியான நேரம் கழியும். ஒருமுறை இறக்கி ஏற்றும்போது மிகுதியான ஒளிப்படங்கள் எடுப்பதில் ஏற்படும் காலம் தவிர்க்கப்படுகிறது.

ஒளிமூலங்கள். மின் அணுத் தெளிப்பு ஒளிமூலங்கள், ஏறத்தாழ அனைத்து ஆழ்கடல் ஒளிப்படங்கள் எடுப்பதற்கும் பரவலாகப் பயன்படுகின்றன. மிகத்திறன் வாய்ந்த இவற்றைக் கொண்டு மிகுதியான ஒளிப்படங்களை எடுக்கலாம். ஒரு சிறிய மின்கல அடுக்கைக் (battery) கொண்டு 35 மி.மீ. படச்சுருளில்

800 ஒளிப்படங்கள் வரை எடுக்க இயலும். செனான் தெறிப்பு ஒளியின் வண்ண வெப்பநிலை, சூரிய ஒளியைக் கொண்டு வண்ண ஒளிப்படமெடுக்கும் ஒளிப்படப் பெட்டிக்கு மிகவும் ஏற்புடைய நிலையில் அமைந்துள்ளது. இதற்கு ஒளி மூலம், படப்பெட்டி ஆகியவை படமெடுக்கும் நிலையில் பொருளை மிக அருகியிருக்கும்போது ஒளி மூலத்தின் வகையீடு, ஒளி உட்கவர்தல், படத்தின் வண்ணச் சமன்பாட்டை மாற்றுவதில்லை.

நீரடி ஒளிப்படமெடுப்பதில் ஒளிப்படப்பெட்டியை, நன்முறையில் படமெடுக்கும் வகையில் குறிப்பிட்ட இடத்தில் வைப்பதும் அதை விசை முடுக்கம் செய்வதும் கடினமான பணிகளாகும். ஆழ்கடலின் அடித்தளத்தைப் படமெடுக்கப் பயன்படுத்தப்படும் ஒளிப்படப் பெட்டிகள் பின்வருமாறு:

ஒளிப்படப்பெட்டியின் அடியில் தொங்கவிடப்பட்ட ஓர் எடை, கடலின் அடித்தளத்தைத் தொடுகையில் தெறிப்பு ஒளிமூலத்தை முடுக்கி உடன் இயங்கச் செய்வது.

ஒளிப்படப்பெட்டி தன்னியல்பாக நீரில் மிதந்து கீழே இறங்கிக் கடலின் அடித்தளத்திற்குச் சென்றவுடன், படமெடுக்கும் வகையில் ஒளிப்படப் பெட்டி திறப்பதும், பின்னர் அதனுடன் இணைக்கப்பட்ட ஓர் எடை நீக்கப்பட்ட பின் நீர் மேற்பரப்பிற்குப் பெட்டி விரைந்து எழுந்து வருவதும் ஒரு வகையில் அடங்கும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் (எ.டு: 10 நொடிக்கு ஒருமுறை) விட்டுவிட்டுத் தொடர்ந்து நிறைய ஒளிப்படங்களை எடுக்கும் வகையில், படப்பெட்டி இயக்கம் ஒலி, எதிரொலிப்புக் கருவி கொண்டு இயங்குவதாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

ஒளிப்படப்பெட்டி ஒரு நீர்மூழ்கி அறையினுள் வைக்கப்பட்டு அதனுள்ளிருக்கும் ஒருவரால் இயக்கப்படும் வகையும் குறிப்பிடத்தக்கது.

ஒளிப்படப்பெட்டிக்கு அருகில் ஒரு தொலைக்காட்சி ஒளிப்படப்பெட்டி அமைக்கப்பட்டிருக்கும். பொருளின் தோற்றுரு, நீர்மட்டத்தின் மேலுள்ள பார்வையாளருக்குத் தொலைக்காட்சிப் பெட்டி வழி அனுப்பப்படுகிறது. பார்வையாளர் அவ்வப்போது தொலைக்காட்சித் திரையினை ஒரு தொலைநோக்கிக் காட்சிக் கருவியாகப் பயன்படுத்தி வேண்டுமிடத்தில், வேண்டிய நேரத்தில் கீழே உள்ள ஒளிப்படப்பெட்டியை இயக்குவார். இந்த முழு அமைப்பு நன்கு செயல்பட நல்ல கடல்வழிச் செலவுடையதும் முழுக் கட்டுப்பாட்டுடன் இயங்கக்கூடியதுமான ஒரு கப்பல் தேவைப்படும்.

மின் செலுத்தக் கம்பிகள் உதவியின்றி நீர் மட்டத்திற்கு மேலிருந்து மிக ஆழத்திலுள்ள ஓர் ஒளிப்படப்பெட்டியைக் கட்டுப்பாட்டுடன் இயக்குவதற்கு ஒளிப்படப்பெட்டியின் மேல் பொருத்தப்பட்ட துல்லிய கால அளவீட்டுடன் கூடிய குறு அலைத்துடிப்புடன் திறன் வாய்ந்த ஓர் எதிரொலிப்புப் பரப்பி மிகவும் பயனுள்ளதாக அமையும். சீரிய முறையில் இயக்கும் ஒருவர் குற்றலைத்துடிப்புகளின் கால அளவீடுகளை எதிரொலிப்பியில் காண்பார். ஒளிப்படப்பெட்டிக்கும், கடல் அடித்தளத்திற்கும் இடையே உள்ள தொலைவு, நேர் அலைத்தோற்றத்திற்கும் எதிரொலித்த அலையின் தோற்றத்திற்கும் உள்ள கால இடைவெளிக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். கடல்நீரில் ஒலி அலைகளின் வேகத்தைக் கொண்டு இந்தத் தொலைவைக் கணக்கிடலாம். ஆழ்கடலில் கம்பி வடங்கள் கொண்டு செய்யப்படும் பிற பணிகளுக்கும், அப்பணிகள் சார்ந்த கருவிகளை இயக்குவதற்கும் இம்முறையே பெருமளவு பயன்படுகிறது.

ஆழ்கடல் ஒளிப்படப்பெட்டிகள் பலவற்றில் ஒவ்வொன்றிலும் ஓர் உள்ளிடைத் தரவுகலம் (internal data chamber) அமைக்கப்பெற்றிருக்கும். ஒளிப்படங்கள் எடுக்கப்படும்போது எண் சார்ந்த தரவுகளும் பதிவாகும். இந்த எண் தரவுகள் படமெடுக்கப்பட்ட மணி, மணித்துளி, நொடி ஆகிய காலக் குறிப்பு, படத்தின் பொருள் சார்ந்த கோணம், படப் பெட்டிக்கும் பொருளுக்கும் இடையேயுள்ள தொலைவு ஆகிய தகவல்களைத் தரும். வெவ்வேறு தொலைவுகளிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட ஒரே பொருளுக்கான படங்களைக் கொண்டு பொருளின் பரிமாணத்தைக் கணக்கிட இயலும். இம்முறை தவறுகள் இல்லாத துல்லியமான ஒன்றாகும்.

ஒளிப்படக் கருவியை மிகை ஆழத்திற்கு நீரில் இறக்கும் பொருட்டு எஃகு கம்பி வடங்களைப் பயன்படுத்துவதில் இடர்ப்பாடுகள் உள்ளன. முதலாவதாக இக்கம்பி வடங்களின் எடை குறிப்பிடத்தக்க அளவில் மிகுந்து இருப்பது, இரண்டாவதாக இறக்குபவருக்குக் கம்பி வடத்தின் மிகு எடையினால் ஒளிப்படப்பெட்டி அடித்தளத்தைத் தொடுவதை உணர முடியாத நிலை. மூன்றாவதாகப் படப்பெட்டி அடித்தளத்தை அடைந்த பின்னர் கம்பி வடத்தில் விழும் முறுக்குகளாலும், முடிச்சுகளாலும் படப்பெட்டி மேலே இழுக்கப்படும்போது அறுந்துவிடக்

கூடிய நிலை. இவ்வகையால் பல படப்பெட்டிகளும் ஏனைய கடலியல் கருவிகளும் அழிவுற்றுள்ளன.

நைலான் வடம் பயன்படுத்துவதில் சில நன்மைகள் உண்டு. கடல் நீரில் நைலான் வடம் ஏறத்தாழ எடையற்று உள்ளமையால் கீழே இறக்கப்படும் படப்பெட்டி அடித்தளத்தைத் தொடுவதை இறக்குபவர் உணரமுடியும். ஆயினும் நைலான் வடத்திற்கு நீட்சி உள்ளமையால் உருளை வழி அதனைப் பயன்படுத்திப் படப்பெட்டியை இறக்கி ஏற்றுவது கடினம். ஒவ்வொரு முறையும் படப்பெட்டி மேலே இழுக்கப்பட்ட பின் பேருருளையில் சுற்றுவதற்கு வடத்தின் நீட்சி மீட்புக்கு இயல்பு நிலையடைய, போதிய நேரம் தந்து பின்னரே செயல்பட வேண்டும். கேவலார் (kevlar) போன்ற பொருளாலான வடங்கள் நீட்சிக் குறைவாகவும், உறுதியாகவும் உள்ளமையால் இவ்வகையில் பயனுற ஏற்புடையவை.

நீர்மூழ்கிப் பெட்டகத்தின் வழி, பார்வையாளராக ஒருவர் நீரின் மிகு ஆழத்திற்குச் செல்கையில் அங்கு அவர் கண்டவற்றை அப்படியே படப்பதிவு செய்யவும், மேலே வந்த பிறகு மற்றவர்களுக்கு அவற்றைக் காட்டி, தாம் கண்டதை உள்ளவாறு விளக்கிச் சொல்லவும் நீரடி ஒளிப்படப்பெட்டி பெருந்துணை செய்யும். மெக்சிகோ வளைகுடாவில் 1220 மீ. ஆழத்தில் படப்பதிவு செய்யப்பட்ட பேதி டெராய்டு (bathy teroid) என்னும் அரிய மீன், படம் 3இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

நீரடி ஒளிப்படப்பதிவிற்கு மாற்றமைப்பாக, தொலைக்காட்சி ஒளிப்படப்பெட்டி வழியாக நீரடியில் உள்ளவற்றை நேரடியாக மேலே காணலாம். படப்பதிவு, மற்றும் நாடாப்பதிவு செய்ய வகையுண்டு எனப் பரவலாகக் கருதப்பட்டாலும் தொலைக்காட்சிப்பெட்டி வழி மற்றும் நாடாப்பதிவு வழி பெறப்படும் ஒளிப்படங்களின் தரம்,

ஒளிப்படமெடுத்தல்

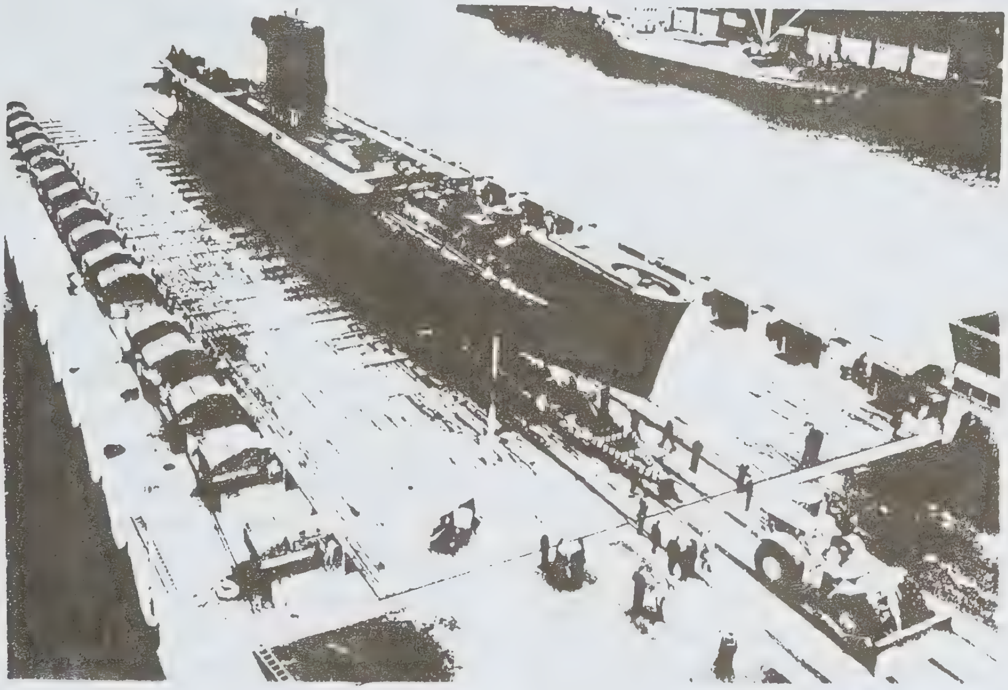
ஓர் ஒளிப்படப்பெட்டி வழியாகக் கீழே சென்று நேரே எடுக்கப்பட்ட படங்களைப் போன்று உயர்வாக இருப்பதில்லை. தவிர, தொலைக்காட்சிப்பெட்டி கொண்டு பெறப்படும் படங்கள், அப்பெட்டியில் இயல்பாக உள்ள குறைந்த பிரிப்புத் திறனால் தெளிவாக இருப்பதில்லை. எனினும் தொலைக்காட்சிப் பெட்டி அமைப்பை, ஒளிப்படப்பெட்டி கொண்டு எடுக்கும் படங்களுக்கு, உரிய நேரத்தில் படப்பதிவு செய்ய உதவும் கருவியாகச் சிறப்பாகப் பயன்படுத்தலாம். இம்முறை சிக்கலானதும் இடர்ப்பாடும் மிகுந்ததுமாகும்.

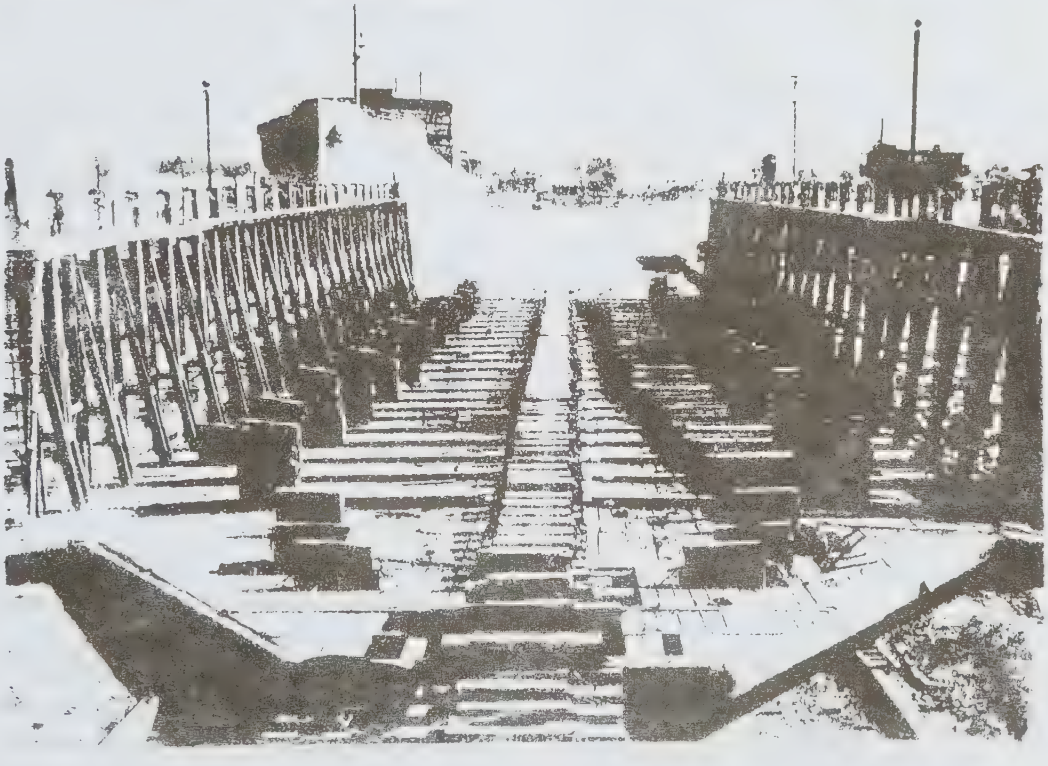
காலக்கடவு மேவிய இயங்கு நிலை ஒளிப்படங்கள் (elapsed time motion pictures) கடல் அடித்தளத்தில் உள்ள வண்டல் பற்றிய ஆய்வில் சிறப்பிடம் பெறுபவை. கடல் அலைகளாலும், நீரோட்டம், புயல் ஆகியவற்றாலும் ஏற்படும் கடற்படுகை வண்டல் சேர்க்கையைப் பற்றி அறிந்து கொள்ளவும் இவ்வகைப் படங்கள் பெரிதும் துணை செய்யும். இதேபோன்று கடல் உயிரிகள் பற்றிய விரைவு கூடிய இயங்கு நிலைப்படங்கள், இயல்பு நிலையில் கண்டறிய இயலாத செயற்பாடுகளைப் புலப்படுத்தும்.

- எம்.எஸ். கோவிந்தசாமி

நீரற்ற கலத்துறை

கப்பல்களையும், கலங்களையும் செப்பமிடுவதற்கு அவற்றைச் சுற்றியுள்ள நீர்ப் பகுதியை நீக்க வேண்டும். இப்பணியைச் செய்வதற்கு அமைந்த பகுதி நீரற்ற கலத்துறை (dry docking) எனப்படும். கப்பலின் அடிப்பகுதியைச் செப்பனிடவோ சீர்தூக்கவோ பழுதினைச் சரிசெய்யவோ மாற்றி அமைக்கவோ இப்பகுதி பயன்படுகிறது. சில சமயங்களில் சிறு சிறு பழுதுகளைக் கப்பல், நீரில் இருக்கும்போதே செய்வதுண்டு. எனினும், கப்பலின் அடிப்பகுதியில் ஏதேனும் பழுது வரும்போது கப்பலைச் சுற்றியுள்ள நீரை முற்றிலும் அகற்றிய பின்னரே சரிசெய்ய முடியும். கப்பல், எண்ணெய்க் கலம், சரக்குக் கப்பல் போன்ற பெரும் கலங்களை நீருக்கு வெளியே கொண்டு வராமல் அவற்றின் அடிப்பகுதியைக் காண முடியாது. இவ்வாறு பெருமளவு எடை கொண்ட கப்பல்களை உலர்முறை நங்கூரமிடக் கடல் இருப்புப்பாதை, மிதக்கும் கப்பல் தளம் (floating dry dock) நிலத்துறை இறவு (graving dock), எந்திரத் தூக்கிக் கப்பல் தளம் (mechanical lift dock) போன்றவற்றைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.





அலசி (barnacle) மட்டி (mussel) போன்ற கடல்வாழ் உயிரிகளும் கடற்பாசிகளும் கப்பல்களின் அடிப்பகுதியை ஒட்டி நன்கு வளர்கின்றன. பாக்டீரியா, பூசணம், மிதவை உயிரி, சக்கர நுண்ணுயிரி (rotifer) போன்றவையும், குழியுடலி, குடல்வாழ் புழு, மெல்லுடலி போன்றவையும் கப்பலின் அடிப்பகுதியில் படிந்து கேடு விளைவிக்கும். குளிர்ந்த கடற்பரப்புகளில் செல்லும் கலங்களைவிட வெப்பமான நீர்ப் பகுதிகளில் செல்லும் கலங்கள் இவ்வுயிரிகளால் பெருமளவு அரிக்கப்படுகின்றன.

கப்பலின் அடிப்பகுதியிலுள்ள எஃகுத் தகடுகளில் மின் வேதி எதிர் விளைவின் காரணமாகவும் அரிமானம் ஏற்படுகிறது. கடல்நீருக்கும், கப்பலின் அடிப்பகுதியிலுள்ள தகடுகளுக்கும் இடையில் ஒரு தடையை ஏற்படுத்துவதால் அரிமானத்தை எளிதாகத் தடுக்கலாம். கப்பலின் அடிப்பகுதியில் வண்ணப்பூச்சு, நீர் ஒட்டாத பொருள் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தி நுண்ணுயிரி வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தலாம். சிலசமயங்களில் மெர்குரிக் ஆக்சைடு, குப்ரிக் ஆக்சைடு போன்றவை கலந்த நச்சுத்தன்மை கொண்ட பூச்சுகளையும் பயன்படுத்துகின்றனர். கப்பலின் அடிப்பகுதியில் மாறுபட்ட உலோகங்கள் ஒன்றாக இணைவதாலும் மின் அரிமானம் (galvanic corrosion) ஏற்படுகிறது. கப்பலின் அடிப்பகுதியில் காணப்படும் குழாய்களில் ஏற்படும் அரிமானம் இவ்வகையைச் சார்ந்ததாகும். கப்பலின் அடிப்பகுதியில் நேர்மின்வாய்த் தகடுகளை வைத்து இதனைத் தடுக்கலாம். எனினும் கப்பல் உலர் முறை நங்கூரமிடப்படும் சமயங்களில் இதனை மாற்றவேண்டும்.

கப்பல்களை வெளியில் கொண்டு வரும் சமயம் அடிப்பகுதி மட்டுமன்றி, முன்செலுத்தி (propeller), எந்திரச் சுழல், தண்டு, சுக்கான் (rudder) போன்றவற்றையும் சுரண்டிப் பூச்சு அடித்துப் பாதுகாப்பாக வைக்க வேண்டும். குறிப்பிட்ட காலத்திற்குப் பின்னர் கப்பலைக் கரைக்குக் கொணர்ந்து அலசிகளைச் சுரண்டிப் பின்னர் பூச்சுச் செய்ய வேண்டும். இவ்வாறு செய்த பின்னரே கப்பல் மேற்கொண்டு செல்லக் கடல் வாணிபத் துறையினரால் அனுமதி அளிக்கப்படுகிறது.

வகை. கப்பலை உலர் நங்கூரமிட நால் வகை நீரற்ற கலத்துறையைப் பயன்படுத்துகின்றனர். கடல்சார் இருப்புப்பாதை, மிதக்கும் நீரற்ற கலத்துறை, நிலத்துறை இறவு, எந்திரச் சுமை தூக்கிக் கலத்துறை ஆகியன செப்பனிடலில் துணை புரிகின்றன.

கடல் சார் இருப்புப்பாதை. எஃகு அல்லது மரத்தினால் அமைந்து, உருளைகளைக் கொண்டு தொட்டி போன்று காணப்படும் இதன் உதவியால் கப்பலை நீருக்கு வெளியில் இழுக்கின்றனர். தொட்டியில் உள்ள குறிப்பிட்ட தடத்தின் வழியாகக் கப்பல் உள்ளிழுக்கப்படுகிறது. இவ்வகைக் கலத்துறையை நிறுவக் குறைந்த அளவு பொருட்செலவே ஆகும். ஏறத்தாழ 50000 டன் வரையிலான கப்பலைச் செப்பனிடக் கடல்சார் இருப்புப்பாதைக் கலத்துறையே சிறந்தது.

மிதக்கும் கலத்துறை. மரம், எஃகு அல்லது திண்காரையைக் கொண்டு இவ்வகைக் கலத்துறையைக் கட்டமைக்கலாம். பெரிய அளவிலான மிதக்கும் கப்பல் துறைகளைப் பகுதிகளாகச் செய்து பின்னர் இணைத்து உருவாக்குகின்றனர். இவ்வகை மிதக்கும் கலத்துறைகளில் உள்ள பெரும் தொட்டிகளில் நீரை நிரப்பித் தேவைப்படும் அளவு உயரத்தைப் பெற முடியும். கப்பலை முதலில் இக்கலத்துறையில் ஏற்றுவதற்குத் தக்கவாறு அதிலுள்ள தொட்டிகளை நீரால் நிரப்புவர். தேவையான அளவு கிடைத்ததும் கப்பல் உள்ளிழுக்கப்பட்டுப் பின்னர் மிதக்கும் கலத்துறையின் தொட்டி நீர், பேராற்றல் கொண்ட விசைக்குழாய்களால் வெளியேற்றப்பட்டு, கப்பல் நீருக்கு வெளியில் தூக்கப்படுகிறது. மிதக்கும் கப்பல் தளத்தில் உள்ள நீர் அத்துறை நீரை விட்டு மேலெழும் சமயம் பக்கவாட்டில் உள்ள துளைகளின் வழியாக வெளிச்சென்றுவிடும். ஒரே பகுதியாக உருவாகி 4000 டன் வரையிலான கலங்களைச் சுமந்து செல்லும் மிதக்கும் கப்பல் துறையினை உறுதியான மிதக்கும் கலத்துறை என்பர்.

மிதக்கும் கலத்துறைகளின் கட்டமைப்பிற்குக் குறைந்த முதலீடே தேவைப்படுவதாலும், அது இடம் விட்டு இடம் செல்லக்கூடிய ஆற்றல் கொண்டிருப்பதாலும் சிறந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. இக்கலத்துறையை நன்கு மூழ்கக்கூடிய ஆழங்கொண்ட எப்பகுதிக்கும் கொண்டு செல்ல முடியும். ஆனால் இக்கலத்துறையில் அடிக்கடி ஏற்படக்கூடிய பழுது, உயர்ந்த பேணுதல் செலவு, செல்லும் இடங்களில் மேற்கொள்ள வேண்டிய தூர் எடுப்புப் போன்றவை குறைபாடுகளாகும்.

நிலத்துறை இறவு. பொதுவாகத் துறைமுகங்களில் நிறுவப்பட்டிருக்கும் இவ்வகைக் கலத்துறை கப்பல் வந்து நிற்பதற்குத் தேவையான அளவு ஆழமான குழியினைக் கொண்டிருக்கும். இக்குழியின் அடிப்பகுதி திண்காரையினால் ஆனது. இக்குழியின் மூன்று பக்கங்களும் மரம், எஃகுக் கம்பி, கல் போன்றவற்றால் உறுதியாகக் கட்டப்பட்டிருக்கும். கடலை நோக்கிய பகுதி கப்பல் உள்ளே

சென்று வர வழியாக அமைந்திருக்கும். இப்பகுதியில் நன்கு உறுதியானதும் காற்றுப் புகா வண்ணம் அமைக்கப்பட்டதுமான கதவு ஒன்று உண்டு. கடல் நீர் இத்துறையில் உள்ளமையால் கப்பல் இழுத்து வரப்பட்டுக் குழிப்பகுதிக்குள் முற்றிலுமாகக் கொண்டு வரப்படுகிறது. பின்னர் உறுதியான கதவின் மூலம் நுழைவாயிலை அடைந்து, குழியினுள் உள்ள நீரை விசைக் குழாய்கள் மூலம் வெளியேற்றுகின்றனர். நுழைவாயிலில் உள்ள கதவு நீர் எளிதில் புகமுடியாதபடி நன்கு பொருந்தியுள்ளமையால் நுழைவாயிலில் ஏற்படும் கடல் நீர் அழுத்தத்திற்குத் திறம்பட ஈடுகொடுக்கிறது. கப்பல் செப்பனிடும் பணி முடிந்த பின்னர் நுழைவாயிலில் உள்ள கதவினைத் திறந்து கடல்நீர் குழியினுள் புக வழி செய்கின்றனர். அதன் பிறகு கப்பல் அங்கிருந்து எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. இவ்வகைக் கலத்துறையை நிறுவப் பெருமளவு முதலீடு தேவைப்படினும் பேணுதல் செலவும், பழுதுபார்க்கும் செலவும் குறைவேயாகும்.

எந்திரத் தூக்கிக் கலத்துறை. இது ஏறத்தாழ மிதக்கும் கலத்துறையை ஒத்துக் காணப்படுகிறது. உலர்முறை நங்கூரம் செய்ய வேண்டிய கப்பலின் அடிப்பகுதி கலத்துறையில் உள்ள பிடிப்புகளுடன் இணைக்கப்பட்ட பின்னர் நீருக்கு வெளியில் தூக்கப்படுகிறது. பின்னர், கரைப்பகுதி நோக்கி முழுவதுமாக இழுக்கப்படுகிறது. கப்பலைத் தாக்கக்கூடிய நிலைமேடை நீருக்கு வெளியில் தூக்கப்படுகிறது. சுமை தூக்கும் கருவிகள் நிலை மேடையின் இரு பக்கங்களிலும் அமைந்துள்ளன. மேலும் நிலைமேடையை விசையுடன் தூக்கி நிறுத்த எண்ணற்ற மின் இழுவைகளும் உள்ளன. மின்னாற்றல் மூலம் இயங்கும் மின் இழுவைகள் அனைத்தும் ஒரே சமயத்தில் இயங்கும் வகையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. சுமை தூக்கி, மின் இழுவை ஆகிய அனைத்தையும் ஒரே இடத்திலிருந்து தேவையான நேரத்தில் இயக்க முடியும். நிலைமேடை, நீருக்கு வெளியில் தரை மட்டம் வரை உயரும் வண்ணம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

செப்பனிட வேண்டிய கப்பலை இக்கப்பல் தளத்தருகில் கொண்டு வந்து, பின்னர் காலங்காலமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வரும் தொட்டில் போன்ற அமைப்புடன் இணைக்கின்றனர். பின்னர் மின் இழுவை, சுமை தூக்கி ஆகியவற்றால் சீராக நிலைமேடை ஒரே வேகத்தில் நீருக்கு வெளியில் உயர்த்தப்பட்டுப் பழுதுபார்க்கப்படுகிறது. இவ்வகைக் கலத்துறையின் உதவியால் ஏறக்குறைய ஆண்டிற்கு 500 கலங்களைப் பழுது பார்க்க முடியும்.

எந்திரச்சுமை தூக்கிக் கலத்துறையின் உதவியுடன் எடை மிகுந்த கப்பல்களைக் கூட எளிதாக நீருக்கு வெளியில் கொண்டு வரமுடியும். சில சமயங்களில் கப்பல்களை முழுவதுமாகச் செப்பனிடத் தொழிலகங்களுக்கு அனுப்பும்போது இத்தளம் மிகவும் பயன்படுகிறது. 15,000 டன் எடையுள்ள கப்பல்களையும் எந்திரச் சுமை தூக்கியின் உதவியால் நீருக்கு வெளியில் தூக்கி நிறுத்திவிட முடியும். கப்பல் அடிப்பகுதியில் செப்பனிட இத்தளத்தின் உதவியால் கப்பலைத் தூக்கி நிறுத்தும் செலவு நாள்களைப் பொறுத்து அமைகிறது.

கப்பலின் கட்டுமானத்தைக் காத்தலும் பேணலும். கப்பலின் கட்டுமானத்தைப் பாதுகாப்பாக வைத்திருப்பதே உலர் நங்கூரமிடுதலின் இன்றியமையா நோக்கமாகும். அச்சமயத்தில் கப்பலின் அடிப்பகுதியை நன்கு சோதனையிட்டுச் சுரண்டித் தேவையான பணியினைச் செய்கின்றனர். துருப்பிடித்த பகுதிகளை நன்கு சுரண்டித் தேய்த்துத் தூய்மை செய்கின்றனர். தேவையானால் மிகவும் பழுதடைந்த நிலையிலுள்ள தகடுகளை மாற்றவும் செய்கின்றனர். பின்னர் இரு முறை முதற்பூச்சு அடித்து நன்கு உலர வைக்கின்றனர். துருப்பிடிப்பைத் தவிர்க்கும் பூச்சினையும், உயிரிகளின் வளர்ச்சியினைக் கட்டுப்படுத்தும் பூச்சியினையும் அடிக்கின்றனர். மின்னாற்றலுடன் தொடர்புள்ள கருவிகளான சுக்கான், கப்பலின் பின்புறச் சட்டம் ஆகியவற்றில் சிறப்புப் பூச்சினை அடிக்கின்றனர்.

முன்செலுத்தி அமைந்துள்ள பகுதிகளில் துத்தநாகம் அல்லது நேர்மின்முனை நிறுவப்பட்டிருந்தால் தேவைப்படும்போது அவற்றைச் சோதனையிட்டுப் பழுது இருப்பின் நீக்க வேண்டும். அதே போன்று துருப்பிடித்து உடையக்கூடிய நிலையிலிருக்கும் திருகு, தகடு, ஆணி போன்றவற்றைச் சோதனையிடும் சமயங்களில் முறைப்படி மாற்ற வேண்டும். மேலும், அடிப்பகுதியில் அமைந்துள்ள அடைப்பான்களையும் சுரண்டித் தூய்மை செய்து நன்றாகப் பொருந்தும்படி அமைக்க வேண்டும். அரிக்கக் கூடிய பொருள்கள் எவையேனும் தகடுடன் காணப்பட்டால் அவற்றை அகற்றி மீண்டும் பூச்சுப் பூசுதல் வேண்டும்.

முன்செலுத்தியின் சுழல் தண்டு, உலோகக் காப்புறை, சுக்கான் போன்ற இன்றியமையாப் பகுதிகள் பழுதடையா வண்ணம் நன்கு பாதுகாக்க வேண்டும். கப்பலை உலர் நங்கூரமிடப் பயன்படும் தொட்டிலிலுள்ள கட்டை, உலோகப் பகுதி போன்றவற்றால் சில பகுதிகள் செப்பனிடப்படாமலேயே தங்கிவிடும். இதனைத்

தவிர்க்கப் பூச்சு செய்யப்படாத இடங்களை நன்கு ஆராய வேண்டும். மறுமுறை உலர் நங்கூரமிடும்போது அவ்விடங்கள் வெளியில் தெரியுமாறு கப்பலைத் தொட்டியில் இறுத்துவதால் இதனைத் தவிர்க்கலாம்.

- ம.அ.மோகன்

நீராவி

நீர் வளிமநிலையில் இருக்கும்போது நீராவி எனப்படும். நீரை நிலைமாறு அழுத்தத்தில் (sub-critical pressure) ஆவியாக்கியும் உய்ய அழுத்தத்திற்கு (critical pressure) மேல் சூடாக்கியும் பனிக்கட்டியைப் பதங்கமாக்கியும் (sublimate) நீராவியைப் பெறலாம்.

நீரைக் கொதிக்கவைத்துப் பெறப்படும் நீராவி, கொதிநீர் போல் சூடாக இருக்கும். ஆனால் நீரை ஆவியாக்கிப் பெறப்படும் நீராவி சூடாக இராது. பொதுவாக நீராவி என்றால் அது நீரைக் கொதிக்க வைத்துப் பெறப்படும் நீராவியையே குறிக்கிறது.

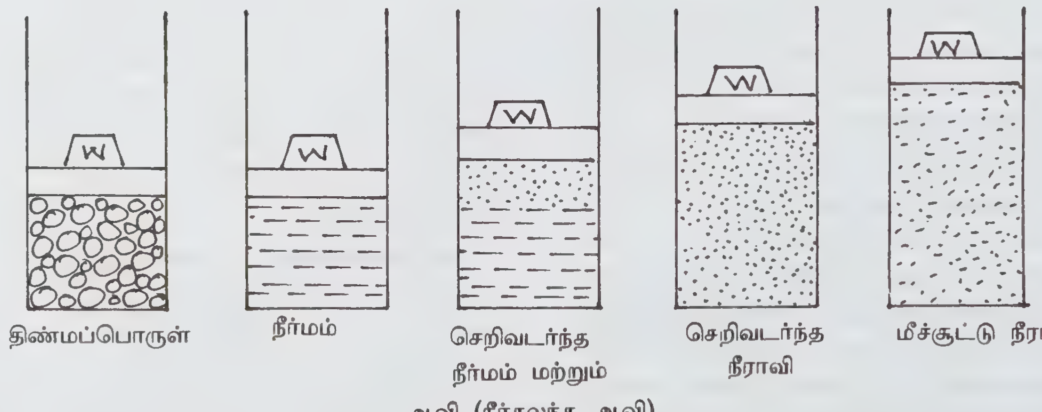
தூய நீரிலும், நீராவியிலும் 3 ஹைட்ரஜன் ஐசோடோப்புகளும் (^{1}H, ^{2}H மற்றும் ^{3}H), 3 ஆக்சிஜன் ஐசோடோப்புகளும் (^{16}O, ^{17}O மற்றும் ^{18}O) உள்ளன. இவற்றுள் டியூட்ரியம் 200 ppm அளவும், ஆக்சிஜன்-18, 1000 ppm அளவும் உள்ளன. ppm என்பது மில்லியனில் ஒரு பங்கு அளவாகும். மேற்கூறிய 6 ஐசோடோப்புகளும் 18 வழிகளில் சேர்கின்றன.

உறைநிலையில் (0°C அல்லது 32°F) உள்ள 1 கிராம் நீரைக் கொதிநிலைக்கு உயர்த்த வளிமண்டல அழுத்தத்தில் 100°C அல்லது 212°F வெப்பம் தேவைப்படுகிறது. கொதிநிலையில் உள்ள அதே அளவு நீரை அதன் வெப்பநிலையை உயர்த்தாமல் நீராவியாக ஆக்க 540°C வெப்பம் தேவைப்படுகிறது. இந்த வெப்பத்தை உள்ளுறை வெப்பம் (latent heat) என்பர். நீராவி மீண்டும் குளிர்ந்து நீராக மாறும்போது இவ்வெப்பம் வெளியிடப்படுகிறது.

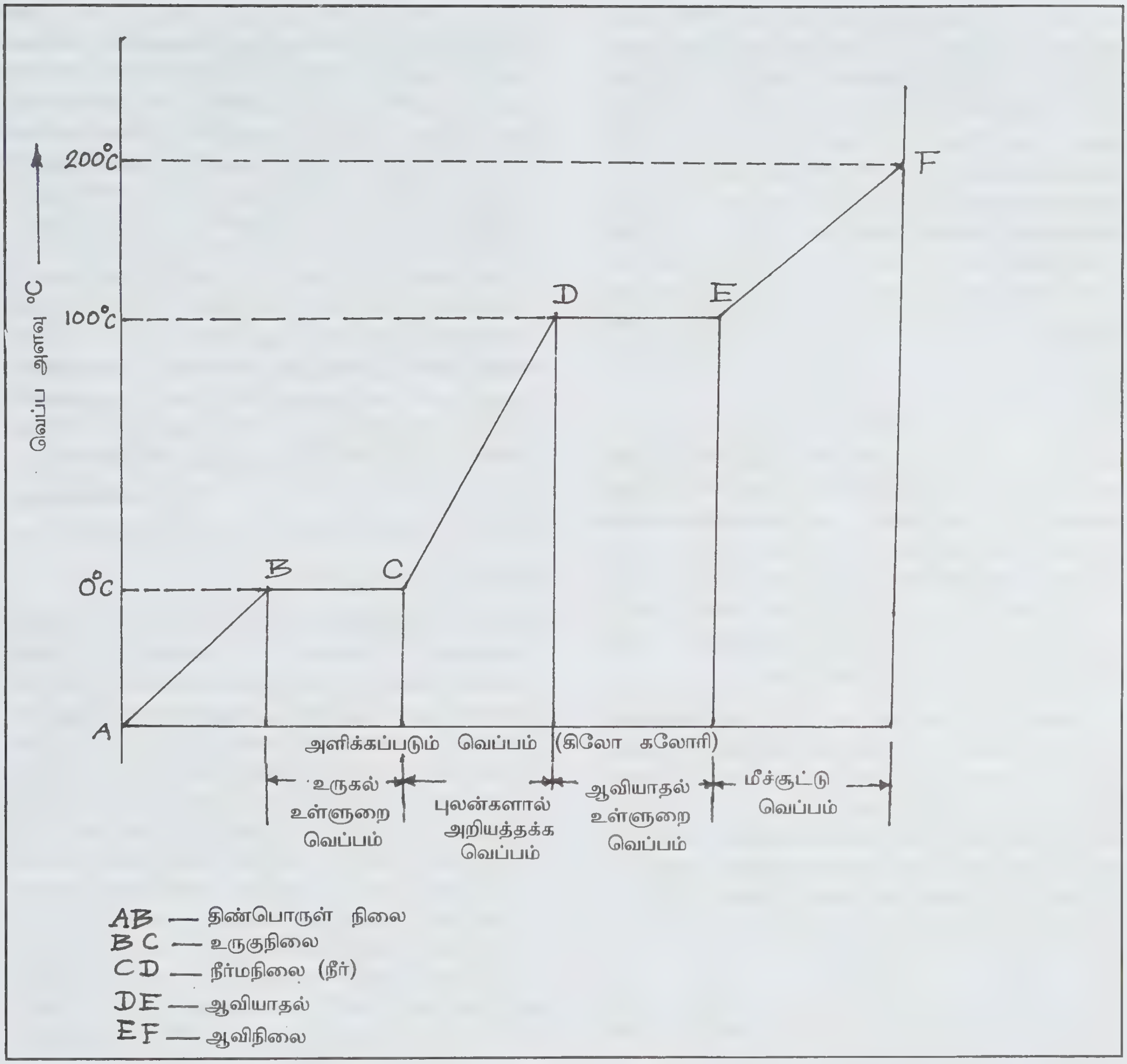
நீராவி உண்டாக்கப் பயன்படும் நீரின் அளவைவிட நீராவி அதிக இடத்தைப் பிடித்துக் கொள்ளும். ஏனெனில், நீராவி நீரைவிட 1,670 மடங்கு அதிக கொள்ளளவு உடையது. இந்நிலையில் நீராவி, 'தெவிட்டிய நீராவி' (saturated steam) எனப்படுகிறது. தெவிட்டிய நிலையிலுள்ள நீராவியை மேலும் சூடாக்கினால் அது மீச்சூடாக்கப்பட்ட நீராவி (superheated steam) எனப்படுகிறது.

ஈரநைப்புள்ள நீராவியில் (wet steam) நீர்ம நிலையில் நீர்த்துளிகள் இருக்கும். உலர் நீராவியில் (dry steam) நீர், வளிம நிலையில் மட்டுமே இருக்கும். குளிர்விக்கப்பட்ட நீராவியின் மின் தடை 18 Mr-cm. அதன் கடத்துமை (conductivity) 0.2 μs/cm. பொதுவாக நீராவியில் 1 ppm க்கும் குறைந்த அளவு மாசுப்பொருள்கள் (impurity) கலந்திருக்கும்.

ஒரே அழுத்தத்தில் நிலைமை மாற்றம். நீரின் நிலை மாற்றத்தைக் காண ஓர் உருளையில் உராய்வு அற்ற உந்து ஒன்றின் மேல் வைக்கப்பட்டுள்ள 'W' எடையால் ஏற்படுகிற



படம் 1 நீராவி உண்டாக்கல்



படம் 2 நீராவி நிலைமாற்ற விளக்கப்படம்

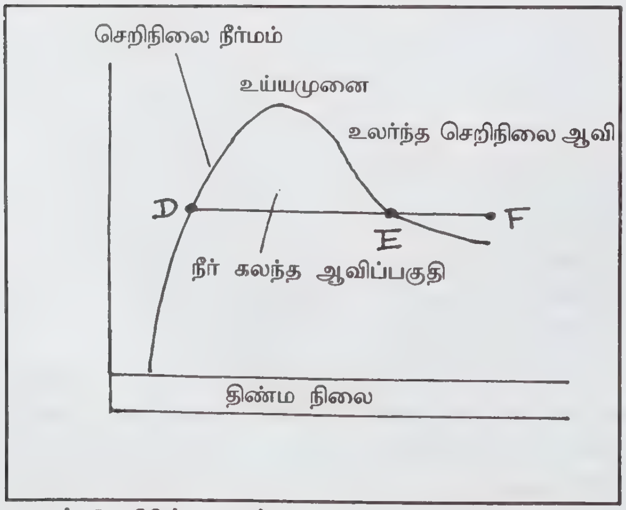
1 சதுர செ.மீ. அழுத்தத்திலும் -10°C வெப்பநிலையிலும் உள்ள 1 கி.கி. பனிக்கட்டியினைக் கருத்திற் கொள்ளலாம். இப்போது உருளைக்குத் தொடர்ந்து சீராக வெப்பத்தை அளித்தால் பனிக்கட்டி வெதுவெதுப்பாகி அதன் வெப்ப அளவு 0°C அடையும்வரை உயரும். கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள படத்தில் 'AB' என்று குறிக்கப்பட்டுள்ளது. 'B' இல் வெப்ப நிலை அளவு 0°C. மேலும் வெப்பம் அளிக்கப்படும்போது பனிக்கட்டி உருகித் திண்ம நிலையிலிருந்து நீர்ம நிலைக்கு மாறுகிறது. இப்போது இதன் வெப்ப அளவு 0°C யிலேயே நிலையாக இருக்கும். இந்தப் படி முறை BC ஆல் விளக்கப்படத்தில் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. 'C' இல் பனிக்கட்டி உருகி முழுமையாக நீர்ம நிலை அடைந்துவிடுகிறது.

மேலும் தொடர்ந்து வெப்பம் அளிக்கப்படும்போது தேவையான கொதி நிலை அடையும்வரை நீரின் வெப்ப அளவு கூடிக்கொண்டே செல்லும். இந்தப் படி முறை 'CD' எனக் காட்டப்பட்டுள்ளது. 'D' இல் நிறை நிலைத்தன்மைக்கான வெப்ப அளவு அடையப்பட்டிருக்கும்.

வளிமண்டல அழுத்தத்தில் இருக்கும் நீர் 100°C வெப்ப அளவை எட்டியவுடன், மேற்கொண்டு அளிக்கப்படும் வெப்பம் அந்நீரை ஆவியாக்க முற்படும். ஆதலால் அந்நிலையிலுள்ள நீருக்கு நிறை நிலை (saturated) நீர்மம் எனப் பெயர். மேலும் தொடர்ந்து வெப்பம் அளிக்கப்படுமேயானால் நீரின் வெப்ப அளவு கூடாமல் நீர்ம நிலைமையிலிருந்து ஆவியாதலுக்கான உள்ளுறை வெப்பத்தைப் பெற்று ஆவியாகும். இந்தப் படி முறை ('DE') என விளக்கப்படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. வளிமண்டல அழுத்தத்தில் உள்ள நீர் ஆவியாதலுக்கான உள்ளுறை வெப்பத்தின் மதிப்பு = 539.6 கிலோ கலோரி / கிலோ ஆகும்.

இந்தக் கட்டத்தில் இரண்டு நிலைமைகளிலான நீர்மமும் ஆவியும் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு இருக்கும். இந்தக் கலவையின் கன அளவு முன்பைவிட மிகுதியாக இருக்கும். இதனால் உந்து உயர எழும். ஆவியாகும் நீரின் அளவு அளிக்கும் வெப்பத்தினைப் பொறுத்தது. 'E' இல் நீர்மம் முழுவதும் ஆவியாகியிருக்கும். இந்த நிலை உலர்ந்து நிறைநிலை ஆவி (dry saturated steam) என்று குறிப்பிடப்படும். மேலும் இந்த நிலையிலுள்ள வெப்ப அளவு நிறை நிலை வெப்ப அளவாகும்.

மேலும் தொடர்ந்து வெப்பம் அளிக்கப்படுமேயானால் நிறை நிலை ஆவியின் வெப்ப அளவு, நிறைநிலை வெப்ப அளவைத் தாண்டி உயரத் தொடங்கும். இந்தப் படி முறை 'EF' என்று விளக்கப்படத்தில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இப்போது அந்த ஆவியின் கன அளவு கூடுதலாக இருக்கும். எனவே உந்து மேலும் மேல்நோக்கிச் செல்லும். இந்தப் படி முறைக்கு மீச்சூடாக்கல் என்று பெயர். இதனால் பெறப்பட்ட



படம் 3. நீரின் அழுத்த கன அளவு விளக்கப்படம்

ஆவிக்கு மீச்சூடாக்கப்பட்ட ஆவி என்று பெயர். உய்ய நிலைக்குக் கீழ் வெவ்வேறு அழுத்தங்களின் பல்வேறு படி முறையின் தன்மை, ஒன்றேயாயினும் அவ்வவ் அழுத்தத்துக்குத் தகுந்தாற்போல நிறைநிலை வெப்பநிலை அளவு மாறுபடும். நடைமுறைச் செயல்வகையில் நீர் அதிக அழுத்தத்தில் கொதிகலனுக்குச் செலுத்தப்பட்டு அதிலிருந்து மீச்சூடாக்கப்பட்ட நீராவி, எந்திரங்களை இயக்குவதற்கு ஏற்ற வகையில் வெளிவரும். மேலே உள்ள விளக்கப்படத்தில் நீர் கலந்த ஆவி அல்லது செறிநிலை நீர்மமும் செறிநிலை ஆவியும் கலந்த கலவையின் பகுதி ஒரு வரம்பிற்குட்பட்டது. அதன் கீழான நிலை முக்கூட்டு முனைக்குத் (triple point) தொடர்பான அழுத்தத்தாலும், வெப்ப அளவாலும் வரையறுக்கப்படுகிறது. முக்கூட்டு நிலை என்பது பனிக்கட்டி நீர், நீராவி இவை மூன்றும் கலந்த நிலையாகும்.

- மு. அண்ணாமலை

நீராவி ஆக்க அணி

மீவுயர் அழுத்தத்தையும் மிகக் கூடுதலான வெப்ப நிலையையும் கொண்ட நீராவியைப் பெற்று எண்ணிலடங்காப் பகுதிகள், செயல்முறைகள், இயக்கங்கள் அடங்கிய ஒரு மிகப் பெரிய பொறியமைப்பே, நீராவிக் கொதிகலன் (steam boiler) எனப்படும். இதனை நீராவி ஆக்க அமைவு எனவும் குறிப்பிடலாம். இது பின்வரும் அமைவுகளைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். அவை வெப்ப ஆற்றலை வழங்க ஓர் உலை அல்லது அணுப்பிளப்பு (fission) மூலம் வெப்பத்தை வழங்கும் அணு உலை அல்லது பயன்படாத வெப்ப அமைப்பு (water heat system) ஆகியவற்றில் ஏதேனும் ஒரு வெப்பம் அளிக்கும் அமைவு, ஊட்டு நீரைச் (feed water) சூடேற்றி, ஆவியாக்கிய பின் மீச்சூடாக்க (superheating) ஓர் அழுத்தக் கலம், சுழலியிலிருந்து மீண்ட பின் நீராவி அதை மீண்டும் வெப்பப்படுத்த, ஒரு மறு வெப்பப் பிரிவு போன்றவை.

மேற்கூறிய இன்றியமையாத அமைவுகளில் பல நிலைகளுக்கு உட்பட்ட நீராவியை ஒருங்கிணைத்துத் திரட்ட, பல்வேறு திறன்களில் மிகுதியான பொறியமைப்புகள் மிக நுணுக்கமாக ஆய்ந்து பொருத்தப்பட வேண்டும். இவற்றின் தேர்வு, வடிவாக்கம், இயக்கம், பராமரிப்பு முதலியவை சிறந்த தொழில் நுட்பத்தின் அடிப்படையிலானவை.

பணித் தேவை. வணிக நோக்க நீராவி ஆக்க அணிகள், எளிமையான வடிவமைப்பையும், சிறந்த பணி நிலைகளையும் பெற்றிருத்தல் இன்றியமையாதது.

பாதுகாப்பு. அழுத்தப் பகுதிகளில் உள்ள கல அமைப்புகள் வெடித்துச் சிதறடிக்கக்கூடியவை. எனவே இவை அமெரிக்க எந்திரப் பொறியாளர்கள் சங்கம், அழுத்தக் கலன் குறியீட்டு அமைப்பு போன்றவற்றின் தகுதி எண்களைப் பெற்ற பொருள்களினால் உருவாக்கப்பட்டு அவற்றின் பரிந்துரைக்கேற்ப வடிவமைத்தல், பராமரித்தல் முதலியவை நடைபெற வேண்டும். தகுதி எண்களும், குறிப்புகளும், வழிமுறைகளும் தயாரிப்புக் கூடங்களில் தரக்கட்டுப்பாட்டுத் துறையினரால் கண்காணிக்கப்பட வேண்டும். மேலும் நீராவி ஆக்க அணிகளின் வடிவங்கள், பொருத்தங்கள் முதலியவை விதிமுறைகளின் படி இருக்க வேண்டும்.

பரும அளவு. அணிகளின் இட வசதி, பரும அளவு விதிகளுக்கு உட்பட்டிருக்க வேண்டும். இயன்ற வரை ஒவ்வொரு பகுதியும், குறைந்த பருமனில் இருக்க வேண்டும்.

எடையளவு. உறுப்புகளின் இடமாற்ற வசதியைக் கருதியும், பொருளாதார நிலைகளுக்கேற்பவும் எடை இயன்றவரை குறைவாக இருக்க வேண்டும். எனினும் எடையளவு குறைப்பு உறுப்புகளின் வலிமையைக் குறைக்காதவாறு கவனித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

அமைத்தல். வெப்பவியல் இயக்கங்களும், போக்குவரத்து நிலைகளும் வரையறுக்கப்பட்டுள்ள எல்லையை மீறாமல் இருக்க வேண்டும்.

நீராவி ஆக்க அமைவுகளின் திறன் இயல்புகள்

கொதிகலன் வகை	எரிபொருள்	நீராவி வெளியீடு (கி.கி/நொடி)	நீராவி அழுத்தம் (மெகா/பாஸ்கல்)	நீராவி வெப்பநிலை (°C)	கொதிகலன் பயனுறு திறன் (%)
கிடைமட்ட, தீக்குழல் திருப்புக் குழாய்	கரி எண்ணெய்	1.3	1.0	உலர் மற்றும் தெவிட்டிய நீராவி	70
பெருந்தொழிலக, இயற்கைச் சுற்றோட்ட நீர்க்குழாய்	கரி எண்ணெய்	38	9.7	480	88
பெரும மைய நிலையம், இயற்கைச் சுற்றோட்டம்	கரி எண்ணெய்	250	18.6	570/570	90
பெரும மைய நிலையம், மிகு இக்கட்டான பாய்வு	கரி எண்ணெய்	630	24.8	540/540/540	90
கொதி நீர் அணு உலை (BWR)	யுரேனியம்	750	6.9	உலர் மற்றும் தெவிட்டிய நீராவி (290)	98±
அழுத்த நீர் அணுஉலை (PWR)வெப்பநீர் 4 சுற்று வளைய ஓட்டங்கள்	யுரேனியம்	750	4.8	உலர் மற்றும் தெவிட்டிய நீராவி (260)	98±
மின் கொதிகலன் (சிறியது)	200 ± வோல்ட்	0.25	1.0	உலர் மற்றும் தெவிட்டிய நீராவி (260)	98±

பல்வகை நீராவி ஆக்க அமைவுகளின் திறன் மற்றும் தன்மைகள் அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இவை கொதிகலன்களைப் பற்றிய செயல் அறிமுகத்தை அளிக்கும்.

எ-டு. உலோகங்களின் தன்மை, உயர் வெப்பம் ஏற்கும் பொருள்களின் தன்மை முதலியவற்றின் வரையறைகள் மீறப்படாமல் நீராவி ஆக்க அணிகளை அமைக்க வேண்டும்.

தொழிலாளர் இயல்பு. சிறந்த தொழில் நுட்பத் திறன் மற்றும் பட்டறிவு மிக்க தொழிலாளர்களை ஈடுபடுத்தி அனைத்துப் பகுதிகளையும் அவர்களே இயக்கவும், பேணவும் ஏற்பளிக்க வேண்டும். மேலும், அவர்கள் தடை விதிக்கப்பட்டுள்ள பகுதிகளில் ஊடுருவாமலும் அவர்களுக்குத் தீமையேற்படாமலும் இருக்கச் சிறந்த கண்காணிப்புத் தேவை.

தூய்மையாக்கல். வெப்ப மாற்ற இடங்களும் வெப்ப அளிப்புப் பகுதிகளும் தூய்மையாக அமைய வேண்டும். மாசுகள் இருப்பின் அவை பாதுகாப்பின்மையையும் குறைந்த செயல்திறனையும் கொடுக்கும். எனவே நீராவி ஆக்க அணிகள் முற்றிலும் தகுந்த முறைகளில் பலமுறை தூய்மையாக்கப்பட வேண்டும்.

வாழ்நாள். பொறியமைப்புகளுக்கான தேர்வாய்வுகள் (overhaul) உரிய காலத்தில் முறையாகச் செய்யப்பட வேண்டும். இவற்றிற்கிடையே ஏற்படும் நீண்ட அல்லது குறுகிய இடைவெளிகள், அமைவுகளின் நீடிக்குந்திறனைக் குறைக்கும்.

பயனுறு திறன். நிலையான உயர்திறன் கொண்ட பகுதிகளைத் தேர்ந்தெடுக்கும்போது பொருளாதார நிலை கட்டுப்படுத்தும். மேலும் வடிவமைக்கப்பட்ட கொதிகலனின் முழுத்திறனும், பட்டறிவு மிக்க தொழிலாளரையும், மேலாளரையும் பொறுத்து அமையும்.

செலவு. கொதிகலனை நிறுவுதல், கொதிகலனின் இயக்கம், முறையான பராமரிப்பு ஆகியவற்றைக் கருத்தில் கொண்டு உருவாக்கப்படும் நீராவியின் எடை அளவிற்கேற்ப ஒரு எடை அலகு நீராவி இத்துணை ரூபாய் என்ற முறையில் செலவீனங்கள் கணக்கிடப்பட்டுக் குறிக்கப்படும்.

பயனுக்கேற்ற தேர்வு. முன்னர்க் குறிப்பிட்ட பணித் தேவைகள் அனைத்தும் ஒவ்வொரு கொதிகலன் நிறுவுதலுக்கும் வேறுபடும். இவை ஆங்காங்கே கிடைக்கக் கூடிய அடிப்படைத் தேவைகளின் அளவுகளுக்கேற்ப மாறுபடும். எனவே உலகளாவிய கண்ணோட்டத்தில் ஒரு சிறந்த முறை அல்லது சிறந்த வகையை அறுதியிட்டுக் கூற இயலாது. பொருள் கிடைக்கும் வாய்ப்பைப் பொறுத்தும் விலையைக் கருதியும் வேண்டிய அளவுகளைத் தேர்ந்தெடுத்தல், அந்நிர்வாகத்தின் திறமையினையும் ஈடுபாட்டையும் பொறுத்தது. உலோகப் பகுதிகளுக்கு நீடித்த பாதுகாப்பைத் தர, வரையறுக்கப்பட்ட வெப்ப நிலையிலேயே, கொதிகலன்கள் நிறுவப்பட வேண்டும். வெப்பவியல் பகுதிகளில் உள்ள உலோகங்களை, நீர்ச்சுழற்சி மூலம் தொடர்ந்து குளிரூட்ட வேண்டும். மீவெப்ப மற்றும் மீவெப்பமூட்டப்படும் குழாய்கள் நீராவியால் குளிரூட்டப்பட வேண்டும். உற்பத்தி இடங்களில் நீர்க் குளிரூட்டல் தன்னியக்கமாக இருப்பதே நல்லது. சுமார் 9.7 மெகா பாஸ்கல் உயர் அழுத்த இடங்களில், அழுத்தக் குளிரூட்டு முறையே (pressurized cooling) ஏற்றதாகும். ஒரு மெகா பாஸ்கல் என்பது ஒரு 1 ச.செ.மீட்டரில் சுமார் 10 கி.கி.எடை ஊட்டும் அழுத்தம். மிகு இக்கட்டான செயல்முறைகள் கொண்ட சுமார் 22 மெகா பாஸ்கல் மிகை அழுத்த நீர்மங்கள் மற்றும் ஆவிகளிடையே அடர்த்தி வேறுபாடு காரணத்தால், அவ்விடங்களில் அழுத்த நீர்ச் சுழற்சிமுறைக் குளிரூட்டல் ஏற்றதாகும்.

மிகு இக்கட்டான நீராவி ஆக்கிகளில் நீராவி இராதது போலவே இருக்கும். இவற்றில் பயன்படுத்தப்படும் ஊட்டுநீர் (feed water) சுமார் 10^{-9} பகுதி அளவில் அதாவது மிக மிகத் தூய்மையாக இருக்க வேண்டும். இதனால் சுழலிகளில் படியும் மாசுகளைத் தவிர்க்க முடியும்.

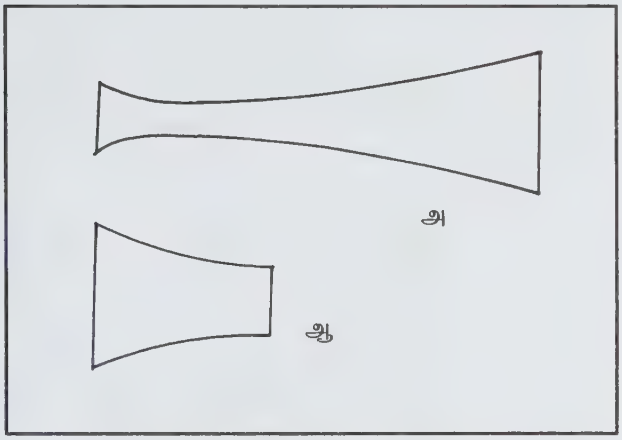
- கே. ஆர். கோவிந்தன்

நீராவிக் கூம்புக்குழல்

பல்வேறு குறுக்கு வெட்டுமுகமுள்ள ஒரு புழைவாய் நீராவிக் கூம்புக்குழல் (steam nozzle) ஆகும். இது தொகு வெப்பத்தை இயங்கு ஆற்றலாக மாற்றப் பயன்படுகிறது. இவ்வகை மாற்றங்களில் குறைந்த அளவே இழப்பு இருக்குமாறு கூம்புக்குழல் வடிவமைக்கப்படுகிறது. நீராவிச் சுழலியில் இது முதன்மையாகப் பயன்படுகிறது.

அடிப்படைச் செயல்முறை. நீராவி விரியும்போது, அதன் திசைவேகமும், பருமனும் உயர்கின்றன. உறைதல் நடைபெற்று உலர் பகுதியினைக் குறைக்கிறது. கூம்புக்குழலின் எப்பகுதியிலும் செல்லும் ஒரு நிமிடத்திற்கான நீராவியின் எடை, நிலையாய் இருத்தல் வேண்டும். எனவே, திசைவேகம், பருமன், உலர் பகுதிக்கேற்றவாறு கூம்புக்குழலின் குறுக்கு வெட்டுமுகம் மாறுபட்டிருக்கும். முதலில் கூம்புக்குழல், இம்மாற்றங்கள் நடைபெறுமாறு சிறிய குறுக்கு வெட்டுமுகமாக ஒருங்குகிறது. பின் இதுவே, பெரிய அளவு விட்டமாக விரிவடைகிறது.

அமைப்பு. கூம்புக்குழல் முதலில் குறுமப்பகுதிக்குக் (throat) குறுகிப் பின் விரிவடையும். இது குறுகி விரியும் கூம்புக் குழல் எனப்படும். இவ்வமைப்பில், பெரிய விட்டப்பகுதி, புறவெளிப் பக்கமிருக்கும். மற்றொரு வகைக் கூம்புக்குழல் விரிவாதல் இன்றிக் குறுகும் பகுதியுடன் முடிவுறும். இது குறுகுக் கூம்புக்குழல் எனப்படும். கூம்புக்குழலின் குறுமப்பகுதி, புறவெளிமுனை இவற்றின் துல்லியமான விட்ட அளவுகளைக் கணக்கிடுதல் மிக இன்றியமையாததாகும். கொடுக்கப்படும் அழுத்த வீழ்ச்சிக்கு நீராவியின் அதிக எடை வெளியேறுமாறு கூம்புக் குழல் அமைப்பு இருத்தல் வேண்டும்.



கூம்புக்குழல் வழி நீராவிச் செலுத்தம். குறைந்த திசைவேகம், தொடக்க உயர் அழுத்தம் இவற்றின் தகுந்த விகிதத்தில் கூம்புக்குழலில் நீராவி செலுத்தப்படுகிறது. தொடக்கத் திசைவேகம், இறுதித் திசைவேகத்துடன் ஒப்பிடும்போது மிகக் குறைவாக இருக்கும். நீராவி விரிவடையும்போது, திசைவேகம் கூடுகிறது. ஆதலால் நீராவியின் தொகுவெப்பம் இயங்கு ஆற்றலாக மாற்றம் அடைகிறது. கூம்புக் குழலின் வழியே நீராவி விரிவடையும்போது, வெப்பம் வழங்கப்படுதலோ, வெளிப்படுதலோ இரா. உந்துகோலின் மேல் பணி ஏதும் நடைபெறாது. இயங்கு ஆற்றலை உயர்த்துவதால் பணி நடைபெறுகிறது. இவ்விரிவாக்கம் வெப்பமாறாதது. எனவே, கூம்புக்குழல் வழி நீராவி செல்வதை மாறா ஓட்டம் என்பர்.

ஆற்றல் வெளிப்பாடு. கூம்புக்குழல் வழியே நீராவி செல்லும்போது அதன் அழுத்தம் குறையும். இதனால் தொகு வெப்பமும் குறைகிறது. இத்தொகு வெப்ப மாற்றம் இயங்கு ஆற்றல் கூடுதலுக்குச் சமமாக இருக்கும். ஆகவே, செய்யப்படும் பணியும் தொகு வெப்ப வீழ்ச்சிக்குச் சமமாக இருக்கும். நீராவி கூம்புக்குழல் விரிவடைதல் ஒரு கட்டற்ற விரிவாக்கமாகும். விரிவடைதலின் முடிவில் ஓர் உயர் திசைவேகம் ஏற்படுவதால் நீராவியினைச் சீராக்க இயலாது. நீராவியின் விரிவாக்கத்தால் பணி நடைபெறுகிறது. காண்க: கூம்புக்குழல்.

வடிவமைப்பு. செய்முறையில், கூம்புக்குழலின் பக்கங்கள் மற்றும் இடைப்பகுதியிலும் உராய்வு இருக்கும். இது ஓட்டத்திற்குத் தடையாக நின்று வெப்பமாக மாறும். எனவே, ஓட்டத் தடைக்கான உராய்வுத் தன்மை, உலர் நீராவி இவற்றினைக் கணக்கில் கொண்டு கூம்புக்குழலை வடிவமைத்தல் வேண்டும்.

- *ஜி. ராமசாமி*

நீராவிச் சூடாக்கம்

கொதிகலனிலிருந்து வரும் நீராவியைச் சூடாக்குதல், நீராவிச் சூடாக்கம் (steam heating) எனப்படும். நீராவிச் சூடாக்கலில் நீராவி, குழாய் வழியே வெப்பக் கதிர்வீசி (radiator), உகைப்பி வெப்பமூட்டி (convector), வெப்பப்பரவு பலகை (radiant panel) போன்ற வெப்பப் பரிமாற்றக் கருவிகளுக்குச் செல்கிறது. நீராவி, குழாய் வழிகளில் செல்லும்போது உறைந்த நீர் மீண்டும் கொதிகலனுக்கே திரும்பிவிடுகிறது. இவ்வியக்கங்கள் 103 கிலோ பாஸ்கல் காஜ் அழுத்தத்திற்கு மிகாமல் கண்காணிக்கப்படுகின்றன. ஏனெனில் மிகு அழுத்தம், தீங்கை ஏற்படுத்தக்கூடியது. உறைந்த நீர் சில அமைப்புகளில் தன்னியக்கமாகவே கொதிகலனை அடைந்துவிடும். வேறு சில அமைப்புகளில் நீர் ஒரு தொட்டியில் சேகரிக்கப்பட்டு இறைப்பி மூலம் கொதிகலன்களுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. கையகத்திலுள்ள அனைத்துப் பாதுகாப்புக் கருவி, கடிகை முதலியவற்றைச் சீராகப் பயன்படுத்துவதன் மூலம், நீராவிச் சூடாக்கல் அமைப்பைக் குறைந்த பராமரிப்புச் செலவுடன் சிறந்த முறையிலும், இடரில்லா வகையிலும் வடிவமைக்கலாம்.

நீராவிச் சூடாக்கல் முறை

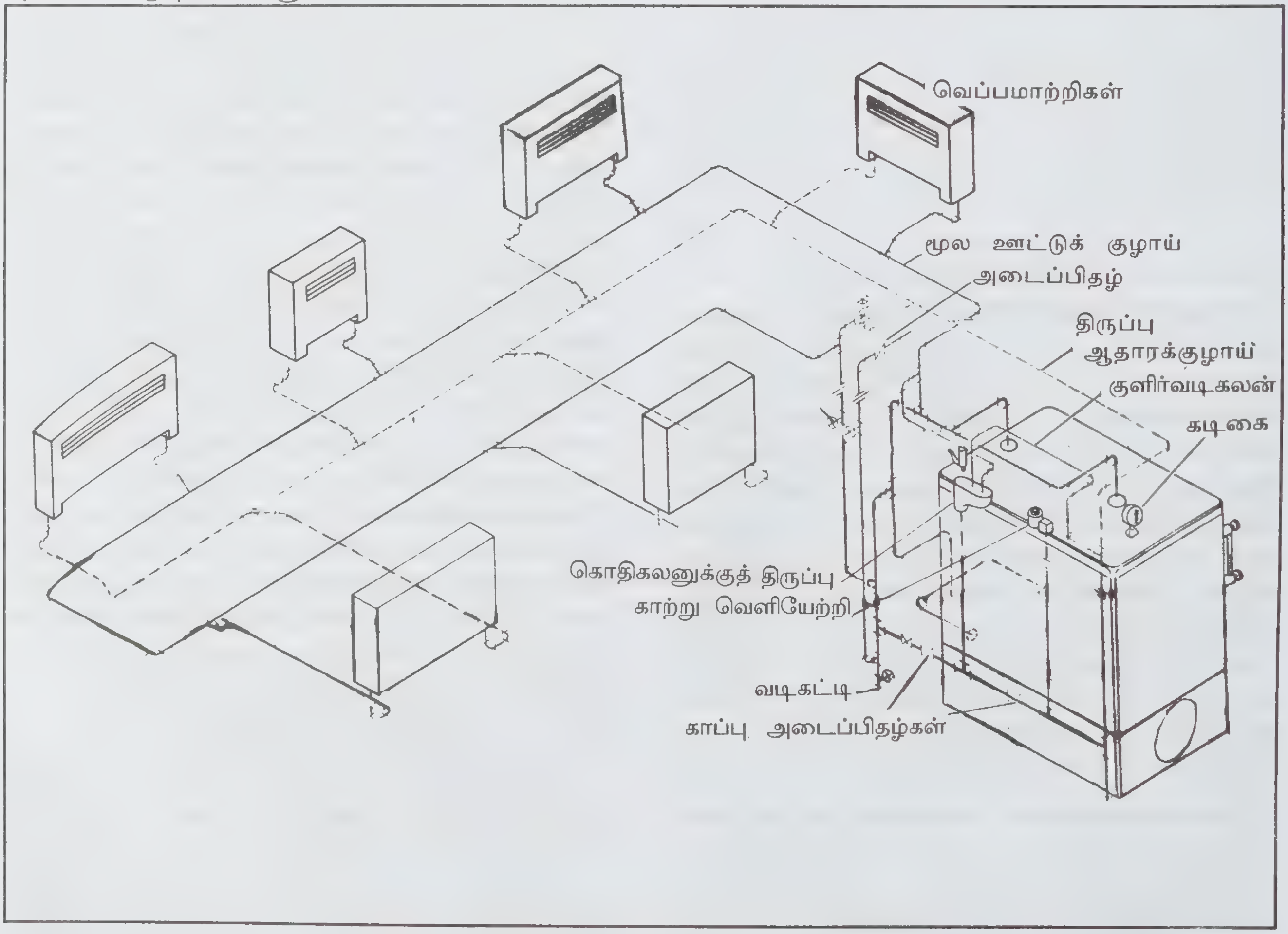
இது ஒருகுழாய் அமைப்பு (one pipe system), இரு குழாய் அமைப்பு (two pipe system) என இரு வகைகளில் கையாளப்படுகிறது.

ஒருகுழாய் அமைப்பு. பெயருக்கேற்றபடி இவ்வமைப்பிலுள்ள ஒரு குழாயே நீராவியை வெப்பப் பரிமாற்றிகளுக்கு எடுத்துச் சென்று பின் உறைந்த நீரை

அக்குழாய்களிலேயே திருப்பிக் கொண்டு வருகிறது. பொதுவாக இவ்வகை வெப்பமாற்றிகளுக்கு ஒரு குழாய் இணைப்பே தரப்பட்டிருக்கும். இக்குழாயே உட்செலுத்தவும், வெளியேற்றவும் பயனாகும். சில சமயங்களில், தனித்தனியே குழாய் இணைப்புகள் தரப்படுவதுண்டு. குழாய் வழி, வெப்பப் பரிமாற்றி போன்ற இடங்களில் உள் தங்கியுள்ள காற்று வெளியேறாத வரை, நீராவியை உட்செலுத்தவோ, வெளியேற்றவோ முடியாது. எனவே, ஆங்காங்கே தானியங்கிக் காற்று வெளியேற்றி அடைப்பிதழ்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. செயல்படு பொருள்களுடன் நீராவி அல்லது உறைநீர் தொடர்பு கொண்டதும், இத்தானியங்கிக் காற்று வெளியேற்றி அடைப்பிதழ்கள் மூடி கொள்ளும். எனவே இதன் புறவாயில்களில் அழுத்தம் குறையும். காற்று வெளியேறியதும் ஒரு வெற்றிட அடைப்பிதழ் மீண்டும் காற்று உள்ளே புகா வண்ணம் வளிப்பகுதியுடன் உள்ள தொடர்பை மூடிக்கொள்ளும்.

இருகுழாய் அமைப்பு. இதிலும் பெயருக்கேற்றபடி, வெப்ப மாற்றிகளுடன் இரண்டு குழாய் இணைப்புகள் ஏற்படுத்தப்பட்டிருக்கும். இவற்றில் முறையே நீராவியும் உறைநீரும் பாய்ந்து, பிரிந்து செல்கின்றன. இரு குழாய் அமைப்பில் சுற்றுப்புற வளி அழுத்தத்தைவிடச் சற்றே கூடுதலான அழுத்தத்துடன் நீராவி இயங்கும். இதன் ஒவ்வொரு வெளியேற்ற இணைப்புடனும் ஒரு வெப்பநிலைப்படி அமைந்திருக்கும். இவ்வெப்பநிலைப்படி நீராவியைத் தடுப்பதோடன்றி அதிலுள்ள காற்றையும், உறை நீரையும் வெளியேற்றுகிறது.

தன்னியக்க அடிப்படையில் உறைநீர் (condensate) இவ்வகையில் கொதிகலனுக்குள் செல்ல இயலாதபோது முன்னர்க் குறிப்பிட்டவாறு தொட்டியுடன் பொருத்தப்பட்ட வெற்றிட எக்கி அந்த உறை நீரைக் கொதிகலனுக்குக் கொண்டு செல்கிறது. தன்னியக்க உறைநீரைப் பெறுவதற்கு, வெப்பமாற்றி அமைப்புகள் அனைத்தையும் கொதிகலன்

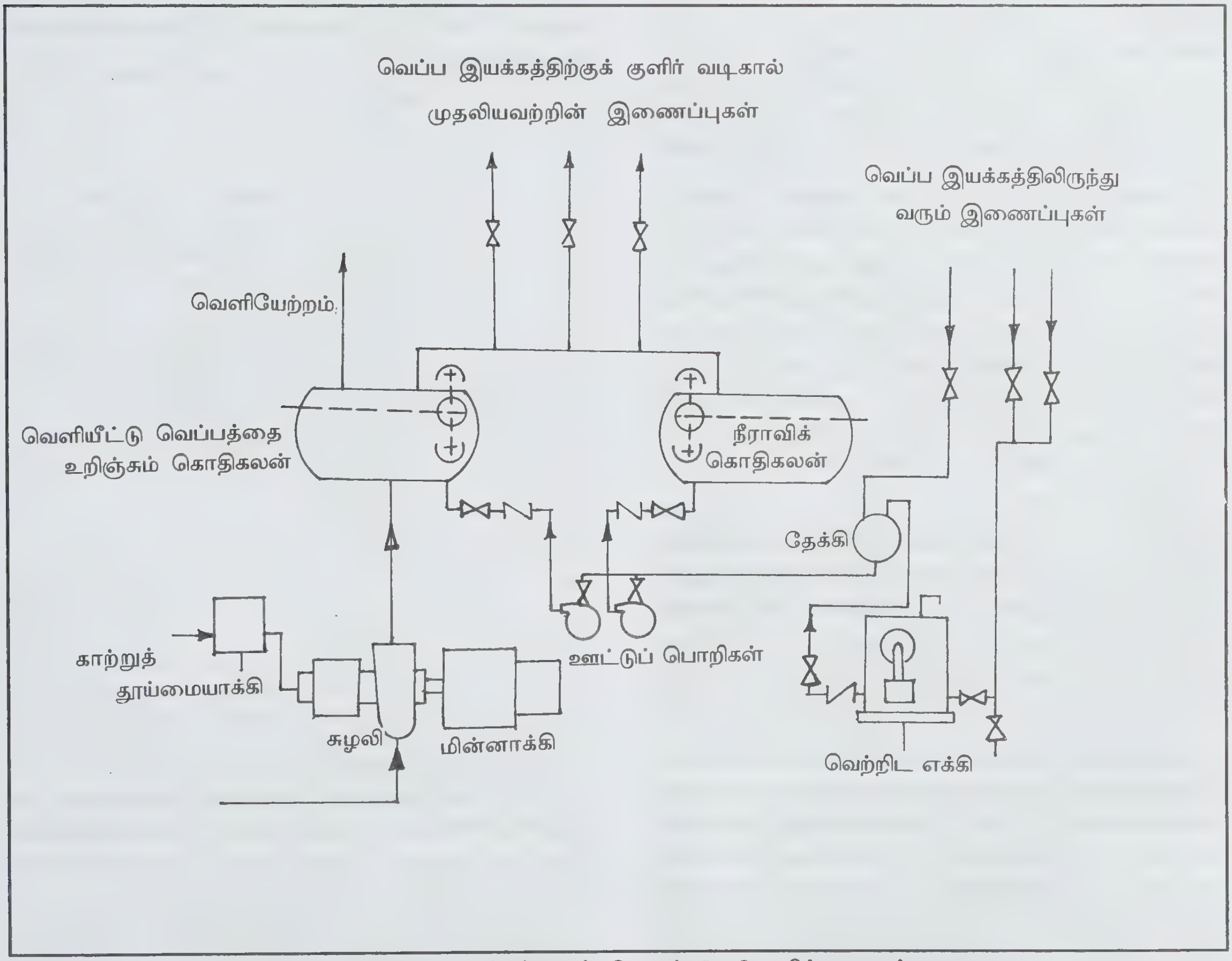


படம் 1 இரு குழாய் நீராவிச் சூடாக்க முறை

உயரத்திற்கு மேல், பெரிய கட்டடங்களில் பொருத்தவியலாது. தம் உறிஞ்சு அழுத்தத்தை உள்ளழுத்தத்தைவிடப் பெரும் அளவாக 625 மி.மீ. பாதரச அழுத்த வேறுபாட்டு அளவில் பராமரிக்கும். வளி அழுத்தம் 760 மி.மீ. பாதரச அளவாகும். இந்த ஏற்பாடு திருப்புக் குழாயிலிருந்து எளிதாகக் காற்றும், உறைநீரும் வெளியேறத் துணை புரிகிறது. வெற்றிட எக்கி அமைப்பு, திருப்புக் குழாய்களில் மட்டும் பணி புரிகிறது. ஆனால் துணை வளிம அமைப்பு, வெற்றிடக் கண்காணிப்பை உட்செலுத்தும் குழாயையும் திருப்புக் குழாயையும் கண்காணிக்கிறது. இவ்வெற்றிடக் கண்காணிப்பினால் நீராவியின் வெப்பநிலை சீரமைக்கப்பட்டு, கட்டுமான அமைப்பால் ஏற்படும் நீராவி வெப்பநிலை இழப்பை மிகுதியும் குறைக்கிறது.

படத்தில் இருகுழாய் நீராவிச் சூடாக்கல் அமைப்பைக் காணலாம். இதில் நீராவியைச் சூடாக்கும் வெப்பப் பரிமாற்றி அமைப்புகள், கொதிகலன் மட்டத்திற்குக் கீழே இருந்தாலும், அவற்றிலுள்ள வெற்றிட நிலைகளே, இவற்றிலும் பராமரிக்கப்படுவது குறிப்பிடத்தக்கது. இதற்கென ஏற்பி மற்றும் இரைப்பி வெளியேற்றத்திற்கும் திருப்புக் குழாய்க்கும் இடையில் ஒரு வெற்றிட வழி பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

நீராவியைச் சூடாக்கத் தனிக் கொதிகலன் அமைப்புடன் பிரிப்பி (seperator), வெப்பக் கொதிகலன் (heat boiler) முதலியவற்றுடன் வளிமம் அல்லது எண்ணெயினால் இயக்கப்படும் சுழலியிலிருந்து வரும் வெளிப்போக்கியும் (exhaust) பயன்படுகிறது.



படம் 2 பயனற்ற வெப்பத்தைக் கொண்டு நீராவிச் சூடாக்க முறை

நீராவியைச் சூடாக்க வெப்பக் கொதிகலன் மட்டுமன்றி, உயர்வெப்ப நீரைப் பயன்படுத்தும் முறையும் வழக்கிலிருக்கிறது. இவ்வகை வெப்பமாற்றிகள் குறையழுத்த நீராவியையும் உயரழுத்த மற்றும் உயர் வெப்ப நீரையும் கொண்டு இயங்கும். இதில் நீரின் வெப்பம் 350°F-450°F வரையிருக்கும்.

- கே.ஆர். கோவிந்தன்

நீராவித் தாரைப்பீய்ச்சி

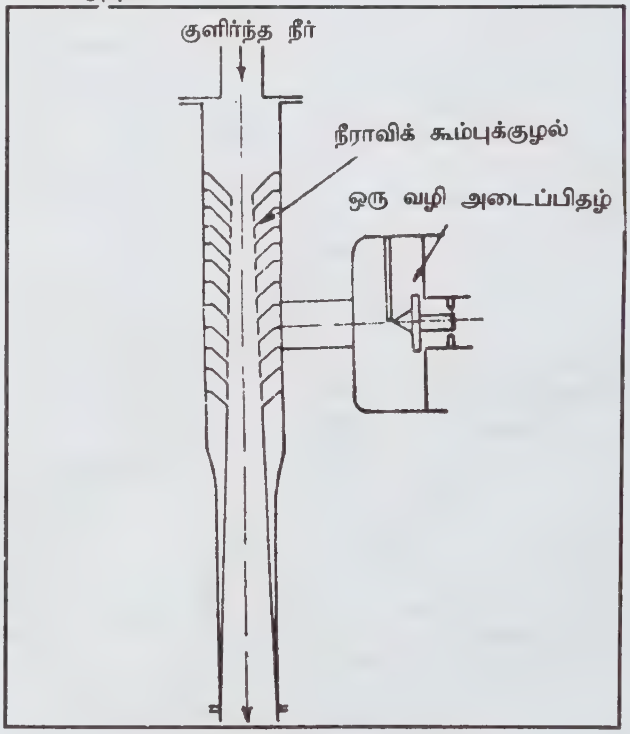
அழுந்தக்கூடிய பாய்மங்களைக் குறிப்பாகக் கீழ்வளி நிலையிலிருந்து வெளியேற்று வளி அழுத்த நிலைக்குச் செலுத்த உதவும் எந்திரமே, நீராவித் தாரைப் பீய்ச்சி (steam jet ejector) எனப்படும். இது ஆவியாக்கல், உறைதல் போன்ற வினைகள் நடைபெறும் தொகுதிகளில், குறிப்பாக வெற்றிடத்தைப் பராமரிக்கப் பொருத்தப்படுகிறது. எளிமை, இலகுதன்மை, உழைப்புத் திறன், குறைந்த விலை போன்றவற்றால் இது நீராவிக் குளிர்விப்பிகளில் காற்றை வெளியேற்றப் பயன்படுகிறது.

நீராவித் தாரைப் பீய்ச்சி, அழுத்தப்பட வேண்டிய பொருள்களின் அழுத்தத்தைப் பொறுத்துப் பல கட்ட நிலைகளைக் கொண்டிருக்கும். இதில் ஒவ்வொரு கட்ட நிலையும் கூம்பு மற்றும் விரிவு நீராவி நுனிக்குழல்கள் (converging and diverging steam nozzle) உறிஞ்சு அறை (suction chamber), தனிப்பட்ட வடிவத் தடுப்பு (venturi shaped diffuser) முதலியவற்றைப் பெற்றிருக்கிறது. நீராவி, கூம்புக் குழல்களில் ச. செ. மீட்டருக்கு 7.17 கி.கி (0.7-1.7 மெகா பாஸ்கல்) அழுத்தம் கொடுக்கப்படுகிறது.

இயற்பியல் விதிப்படி, அதிக அழுத்தப் பாய்மங்கள் குறை அழுத்தப் பகுதிகளான தடுப்புகளின் வழியே செல்லும்போது, அதன் ஒத்த விகிதங்களில் திசைவேகம் மிகுதியாகும். அதுபோல, இத்தாரைப் பீய்ச்சியிலும் குறை அழுத்தங்களில் நீராவி செலுத்தப்படும்போது, திசைவேகம் ஏறத்தாழ 900-1400 மீ/நொடி என உயரும்.

அழுத்தப்பட வேண்டிய வளிமம் அல்லது காற்று முதலில் நீராவிப் பீய்ச்சியிலிருந்து உராய்வு மூலம் உயர்ந்த திசைவேகத்தைப் பெறும். நீராவியின் உந்து விசையில் இது மாற்றத்தை ஏற்படுத்தி, இடம் பெயரும் நீராவியைத் தடுப்பின் கூம்புப் பகுதியில் மோதச் செய்கிறது. விரிவு பகுதியில் நீராவி செல்ல முற்படும்போது, அதற்கு முன்னர் இருந்த உயர்திசை வேகம் குறைந்து அழுத்தம் உயர்கிறது. இங்கே இயங்கு ஆற்றலின் ஒரு பகுதி அழுத்த ஆற்றலாக மாறுகிறது. இவ்வாறு வளிமம் அல்லது காற்றின் அழுத்தம், அதன் நுழைவு அழுத்தத்தைவிடத் (entrance pressure) தாரைப் பீய்ச்சியமைப்பால் பன்மடங்கு அதிகரிக்கிறது. நீராவி தாரைப் பீய்ச்சியின் அழுத்த விகிதங்கள், அதன் ஒவ்வொரு நிலைக்கும் 4-7 மடங்குகளில் இருக்கும்.

செயற்பாடு. தேவைப்படும் அழுத்த விகிதத்தைப் பொறுத்து இரண்டு அல்லது பல நிலைகளைக் கொண்ட நீராவித் தாரைப்பீய்ச்சிகள் வரிசையாக இணைக்கப்படுகின்றன. ஆவிக்குளிர்விப்பிகள், பல நிலைத் தாரைப் பீய்ச்சிகளுக்கு இடையில் நிறுவப்படுகின்றன. இவை குறிப்பிட்ட அளவு இயக்க நீராவியையும் உறை ஆவியை நீராகவும் வெளியேற்றுகின்றன. இவ்விளைவு, தாரைப் பீய்ச்சிக்கு வாய்ப்பாக அமைந்து, அவை அழுத்த வேண்டிய நீராவியின் அளவைக் குறைக்கிறது. அனைத்து வகை நீராவிக் குளிர்விப்பிகளையும் இவ்வியக்கத்திற்குப் பயன்படுத்தலாம்.



படம். நீராவித் தாரைப் பீய்ச்சி

நீராவிக் குளிர்விப்பிகள் பயன்படுத்தும் நீராவித் தாரைப் பீய்ச்சிகள் இரட்டை நிலை கொண்டு காற்றழுத்திகளாகச் செயல்படுகின்றன. இவை பரப்புக் குளிர்விப்பியின் முன்னும் பின்னும் பொருத்தப்படும். பரப்புக் குளிர்விப்பிகளில் இவை காற்றழுத்தப் பொறிகளாகவே பயன்படுகின்றன. ஆனால் இயக்க அமைவுப் (process systems) பணிகளுக்கென உள்ள பார அளவி வகைத்

தாவர மற்றும் பரப்புக் குளிர்விப்பிகளில் இவை வெற்றிட எக்கிகளாகச் (vacuum pumps) செயல்படுகின்றன. குளிர்விப்புக்கு முன்னோ, பின்னோ, இரண்டு புறங்களிலுமோ வெற்றிட எக்கிகளுக்குப் பதில் பொருத்தப்படும். ஏனெனில் இதன் உறுப்புகளை அரிப்புத் தன்மையற்ற உலோகங்களிலிருந்து சீரிய முறையில் தயாரிக்க ஆகும் செலவு எந்திரவியல் வெற்றிட எக்கிகளுக்கு ஆகும் செலவைவிடக் குறைவாகும்.

பல்வேறு உள்ளேற்பு அழுத்தங்களுக்கேற்பப் பலநிலைத் தாரைப் பீய்ச்சிகளின் விவரங்களைக் கீழே காணலாம்.

தாரைப்பீய்ச்சி நிலைகளின்

எண்ணிக்கை		**உள்ளேற்பு அழுத்தம்**
1	10 - 102	கிலோ பாஸ்கல்
2.	1.4 - 14	கிலோ பாஸ்கல்
3.	0.13 - 3.3	கிலோ பாஸ்கல்
4.	20 - 400	கிலோ பாஸ்கல்
5.	2.7 - 40	கிலோ பாஸ்கல்
6.	0.7 - 2.7	கிலோ பாஸ்கல்
7.	0.13 - 0.7	கிலோ பாஸ்கல்

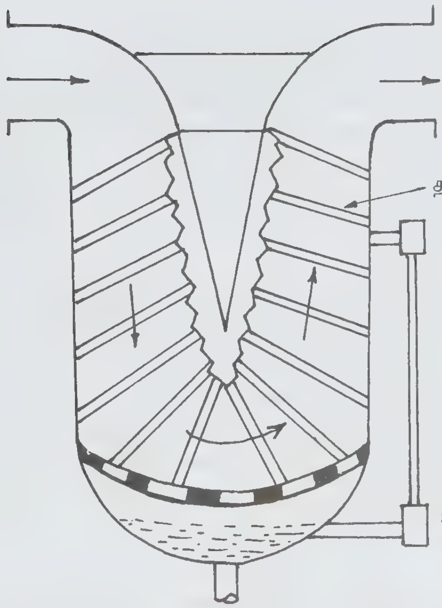
இங்கு ஒரு பாஸ்கல் என்பது 1 ச.மீ. பரப்பளவில் ஒரு நியூட்டன் விசை ஊட்டும் அழுத்த அளவாகும். ஏறத்தாழ 10 நியூட்டன் விசை 1 கி.கி. எடைக்குச் சமம். தாரைப் பீய்ச்சிகளில் நீராவி மட்டுமன்றிக் காற்று, வளிமம் போன்றவற்றையும் பயன்படுத்தலாம்.

- கே. ஆர். கோவிந்தன்

நீராவிப் பிரிப்பி

ஆவியும், நீரும் கலந்த நீராவித் தொகுதியிலிருந்து நீராவியையும், நீரையும் தனித்தனியே பிரித்தெடுக்கும் ஓர் எந்திர அமைப்பே நீராவிப் பிரிப்பி (steam separator) எனப்படும். சுழலி அல்லது பொறி, கொதிகலன் இவற்றிற்கு இடையில் நீராவிப் பிரிப்பி பொருத்தப்படுகிறது. இது இயன்றவரை சுழலிக்கு மிக அருகிலும் நீராவிக் குழாய் வழிகளிலும் பொருத்தப்படுகிறது.

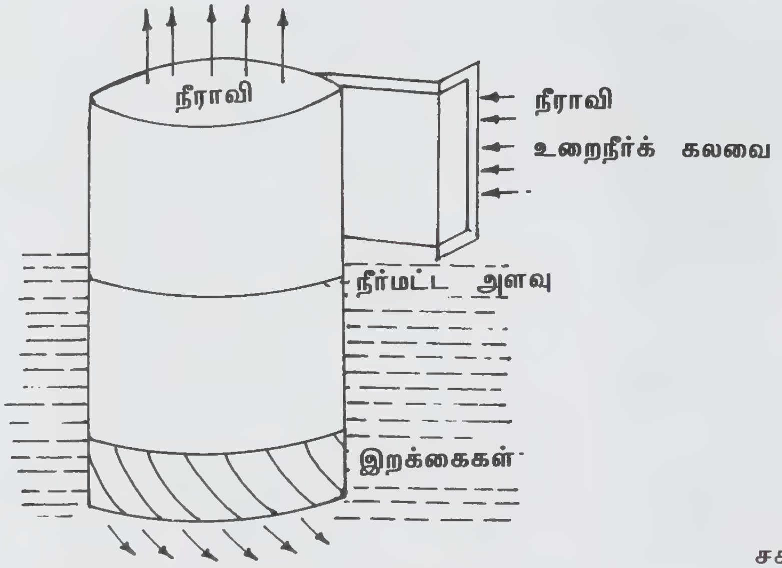
கொதிகலன் அமைப்புகளில் நீராவியிலிருந்து நீரையும், நீரிலிருந்து நீராவியையும் பிரித்து பயன்படுத்த வேண்டிய காரணத்தால் நீராவிப் பிரிப்பு இன்றியமையாதது. இது நீர்ப்பிரிக்கும் வினைகளின் போது தூய்மையாக்கியாகவும்



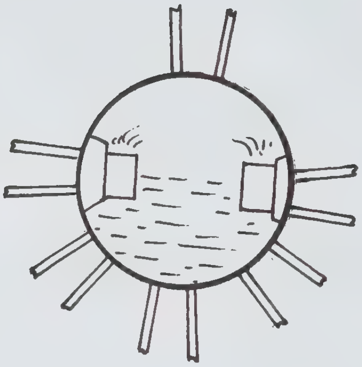
படம் 1. தடுப்பு வகை நீராவிப் பிரிப்பி

செயல்படுகிறது. குளிர் நீரற்ற தூய நீராவி, சுழலியில் செயல்படும்போது சுழலியின் உறுப்புகளில் எவ்விதச் சேதத்தையும் உண்டாக்காது. சில சமயம் ஊட்டு நீரில்கூட மாசுகள் கலக்க வாய்ப்புண்டு. தூய்மையற்ற நீராவி குறைந்த திறனை அளிப்பதுடன் உறுப்புச் சேதத்தையும் மிகுதியாக உண்டாக்குகிறது. எனவே, நீராவியின் தூய்மையை அடிக்கடி ஆய்வது இன்றியமையாதது.

நீராவிப் பிரிப்பியின் அமைப்பைப் படம் 1இல் காணலாம். நீராவிப் பிரிப்பியில் ஓர் உருளைக்கலன் இருக்கும். அவ்வுருளைக் கலத்தினுள் தடுப்புத் தகடுகள் சாய்வாகவும், நேராகவும் பல கோணங்களில் பொருத்தப்படும். ஒரு நீர்மட்ட அளவியும், இதோடு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். கொதிகலனிலிருந்து வெளியேறும் நீராவியின் ஓட்டம் இத்தடுப்புத் தகடுகளால் அலைக்கழிக்கப்படுவதால், நீராவிப் பாய்வின் போக்கு (flow) மாறுபடுகிறது. நீராவி அலைக்கழிக்கப்படும் போது கனமான நீர்த் திவலைகள், நீர்ப் பொருள்கள் முதலியவை அடியில் தங்கிவிடும். தூய நீராவி மட்டும் வெளியேறும். தேங்கிய நீர் தன்னியக்கமாகவோ ஆற்றலினாலோ உருளையின் அடிப்பகுதியிலுள்ள வடிப்புத் திருகியைத் (drain cock) திறப்பதால் வெளியேற்றப்படுகிறது. சிறு சிறு அழுத்தக் கொதிகலன்களில் நீராவிப் பிரிப்பி இருப்பதில்லை. ஆனால் நீராவியின் போக்கு வழிகளில் தடுப்புத் தகடுகள் இருக்கும் என்றாலும் இம்முறை ஏற்புடையதன்று. ஆவியின் இயக்க அழுத்தமும், நீராவிப் பிரிப்பைப் பாதிக்கிறது. நீர் மற்றும் நீராவி இவற்றின் அடர்த்திகளில் மாறுபாடு இருப்பதால் நீராவி



சக்கரச் சுளகுவகை நீர்ப்பிரிப்பி



சக்கரச்சுளகு வகை நீர்ப்பிரிப்பி

பிரித்தல் நடைபெறுகிறது. மாறுபாடு குறைந்த அழுத்தங்களில் இருக்கும்போது பாதிப்பு குறைவாக இருக்கும். ஆனால் உயர் அழுத்தங்களில் நீரின் அடர்த்தி குறையும்; நீராவியின் அடர்த்தி உயரும். இதனால் அடர்த்தி வேறுபாட்டில் குறைவு காணப்படும். இவ்விடர்ப்பாடுகளைக் களையவே நீராவிப் பிரிப்பி பெரிதும் பயன்படுகிறது. முன்னர்க் குறிப்பிட்ட நீராவிப் பிரிப்பி அடிப்படையானது என்றாலும் நவீன கொதிகலன்களில் உயர் திறனையும் நவீனத்தையும் கருதிச் சக்கரச் சுழல்வகை நீராவிப் பிரிப்பி (cyclone separator) பயன்படுகிறது. இதோடு நீராவி உலர்த்தியும் பொருத்தப்பட்டுத் திறன் உயர்த்தப்படுகிறது.

சக்கரச் சுழல் பிரிப்பியில் நீராவி நீர்க்கலவை சிறு நீரோட்டங்களாக ஆக்கப்படும்போது குமிழ் வடிவுகளில் நீராவி பிரியும். இந்நீராவியை வட்டப் பாதையில் செலுத்திட, மைய விலக்கு விசை சிறு நீர்த்திவலைகளை அகற்றி நீராவியின் வேகத்தையும் உயர்த்துகிறது. பின் நீராவி, உலர்த்திகளின் வழியே செல்லும்போது, எஞ்சிய சிறு நீர்த் திவலைகளும் நீக்கப்படுகின்றன.

- கே. ஆர். கோவிந்தன்

நீராவிப் போக்கு

தாவரங்களினுள் செல்லும் நீரில் பெருமளவு, காற்றோடு தொடர்புடைய தண்டுத் தொகுப்பின் மூலம் ஆவியாகிவிடுகிறது. இதனையே நீராவிப் போக்கு (transpiration) என்பர். சூரிய ஒளியின் காரணமாக, இலைகளில் உள்ள இலைத்துளைகளின் (stomata) மூலமாகப் பெருமளவு நீர் ஆவியாகிறது. இதனை இலைத்துளை நீராவிப்போக்கு (stomatal transpiration) என்பர். இலையின் புறத்தோலை மூடியிருக்கும் உறை (cuticle) மூலம் ஆவியாகிச் செல்லும் ஓரளவு நீரை உறை நீராவிப் போக்கு (cuticular transpiration) எனலாம். முதிர்ந்த தண்டுகளின் பட்டைகளில் உள்ள பட்டைத்துளைகள் மூலம் நடைபெறும் சிறிதளவு நீராவிப் போக்கைப் பட்டைத்துறை நீராவிப்போக்கு (lenticular transpiration) என்பர்.

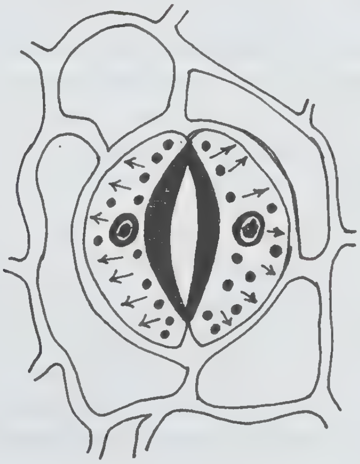
இலைத்துளைகளும் நீராவிப்போக்கும். தாவரங்களின் மொத்த நீராவிப்போக்கில் பெரும்பகுதி இலைகளிலுள்ள இலைத்துளைகள் மூலமாகவே நடைபெறுகிறது. இலைத்துளைகள் என்னும் மிக நுண்ணிய துளைகள் பெரும்பாலும் இலையின் கீழ்ப்புறத்திலேயே மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. இலைகளின் அளவும், எண்ணிக்கையும் தாவரங்களுக்குத் தக்கவாறு மாறுபடும். பொதுவாக ஓர் இலைத்துளையின் பெரும் அளவு நீளம் 40μ; அகலம் 20μ; உயர்ந்த அளவு பரப்பு 254 சதுர μ வரை இருக்கலாம். ஓர் இலையில் எண்ணற்ற துளைகள் இருந்தபோதிலும் இவற்றின் மொத்தப்பரப்பு, இலையின் பரப்பில் 1-3% மட்டுமேயாகும். ஆனால் இச்சிறு பரப்பு ஒரு பல்துளைத் தடுப்புப் (multiperforate septum) போன்று செயல்படுவதால், இவற்றிலிருந்து மிகப் பெருமளவு நீர் ஆவியாகிச் செல்கிறது.

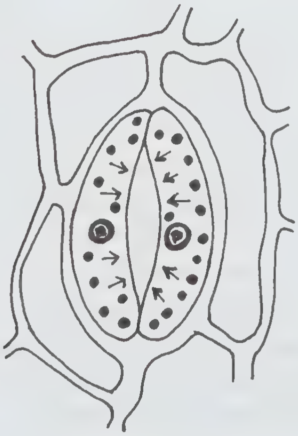
நீராவிப்போக்கின் இயக்கம். நீராவிப்போக்கு இரண்டு நிலைகளில் நடைபெறுகிறது. முதல் நிலையில், இலையிடைத் திசுக்களின் (mesophyll tissues) செல் சுவர்களிலிருந்து நீர் ஆவியாகிச் செல் இடைவெளிகளை நிரப்புகிறது. இரண்டாம் நிலையில், இச்செல் இடைவெளிகளில் உள்ள நீராவி தம் அடர்த்தி வேறுபாட்டின் காரணமாக இலைத்துளைகளின் மூலம் வெளிக்காற்றுக்குப் பரவுகிறது.

இலைத்துளையின் அமைப்பு. இலைத்துளை ஒவ்வொன்றும் அவரை விதை வடிவில் இரண்டு காப்புச் செல்களையும் (guard cells) அவற்றிடையே ஒரு துளைப்பரப்பையும் (pore area) கொண்டுள்ளது. காப்புச்செல்களைச் சுற்றி அமைந்துள்ள புறத்தோல் செல்கள், துணைச் செல்கள் (subsidiary cells) எனப்படும். காப்புச் செல்களின் சுவர்த்தடிப்பு தனித்தன்மை வாய்ந்தது. அதாவது, இவற்றின் சுவர்கள் ஒரே சீராகத் தடித்திருக்கவில்லை. துளையொட்டிய சுவர்ப்பகுதி மிகுதியாகத் தடித்துள்ளது. ஏனைய பகுதிகள் மெல்லியவாக உள்ளன. காப்புச் செல்களில் சைட்டோப்பிளாசம், நியூக்ளியஸ் ஆகியவற்றோடு பசுங்கணிகங்களும் உள்ளமையால் இவை ஒளிச்சேர்க்கையின் மூலம் தரசத்தைத் தயாரிக்கின்றன.

இலைத்துளையின் இயக்க முறையும் நீராவிப்போக்கும். இலைத்துளைகள் மூடித்திறத்தலைக் காப்புச் செல்கள் கட்டுப் படுத்துகின்றன. காப்புச் செல்களில் விறைப்பு அழுத்தம் மிகும்போது அவற்றின் மெல்லிய வெளிச்சுவர் நீண்டு வெளிநோக்கித் தள்ளப்படுகிறது. தடித்த உட்சுவர் நீளமுடியாமையால் வெளிநோக்கி வளைந்து அரை வட்ட வடிவ நிலையை அடைகிறது. இவ்வாறு இரு காப்புச் செல்களின் வெளிநோக்கிய நீட்சி ஒரு துளைப் பரப்பைப் படிப்படியாக உண்டாக்குகிறது. இதனையே இலைத்துளைத் திறத்தல் என்பர்.

இலைத்துளை திறக்கும்போது, செல் இடைவெளிகளில் நீராவிச் செறிவு மிகுதியாக உள்ளமையால், இங்கிருந்து செறிவு குறைவான வெளிக்காற்றுக்கு நீராவி பரவிச் செல்கிறது. மாறாக, காப்புச் செல்கள் விறைப்பு அழுத்தத்தை இழந்து, நெகிழ்ச்சி அடையுமானால் அப்போது அவற்றின் சுவர்கள் முன்பிருந்த நிலைக்குத் திரும்பிவிட, இலைத்துளைப் பரப்பு மூடிக்கொள்ள நீராவிப்போக்கும் தடைப்படுகிறது. இதனை விளக்கப் பல கோட்பாடுகள் உள்ளன. ஃபான்மோல் கோட்பாட்டின்படி, இலைத்துளைகள் பொதுவாக ஒளியில் திறந்து, இருளில் மூடிக்கொள்கின்றன. பகலில், சூரிய ஒளியில் காப்புச் செல்கள் ஒளிச்சேர்க்கையால் சர்க்கரைப் பொருள்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. இதனால் காப்புச் செல்களின் சவ்வூடு அழுத்தமும் (osmotic pressure) உள்ளீர்த்தல் விசையும் (suction force) கூடுதலாகின்றன. இதனால் அருகிலுள்ள செல்களிலிருந்து நீரை உள்ளீர்த்துக் கொண்டு விறைப்பு அடைவதால் இலைத்துளைகள் திறக்கின்றன.


திறந்த இலைத்துளை


மூடிய இலைத்துளை

இலைத்துளையின் இயக்கம்

லாயிட் தரசம் ⟶ சர்க்கரை பரஸ்பர மாற்றக் கோட்பாடு. காப்புச் செல்களில் பகலில் உண்டாக்கப்படும் தரசம் ஒரு நொதியால் கரையும் சர்க்கரைப் பொருளாக மாற்றப்படுவதாலேயே, விறைப்பு அழுத்த மாற்றங்கள் தோன்றி இலைத்துளையைத் திறக்கச் செய்கின்றன என்றும், இரவில் இதற்கு நேர்மாறாகக் கரையும் சர்க்கரைப் பொருள்கள், கூழ்ம வடிவத் தரசமாக மாறிவிடுதால் இலைத்துளை மூடிக்கொள்கிறது என்றும் விளக்கப்படுகிறது. இக்கொள்கையை விரிவாக விளக்கிய சாய்ரி, ஸ்டீவார்டு போன்றோர், இலைத்துளைத் திறப்புக்கு ஹைட்ரஜன், அயனி அடர்த்தி, கார்பன் டைஆக்சைடின் செறிவு ஆகியனவும் இன்றியமையாதவை எனக் கருதுகின்றனர். நீர், காற்று, வெப்பம், காற்றின் ஈரப்பதம் போன்ற சூழ்நிலைக் காரணிகளும், இலையின் உள்ளமைப்பு, நீரின் அளவு, வேர், தண்டு விகிதம் ஆகிய உட்காரணிகளும் நீராவிப் போக்கின் வேகத்தை அறுதியிடுகின்றன.

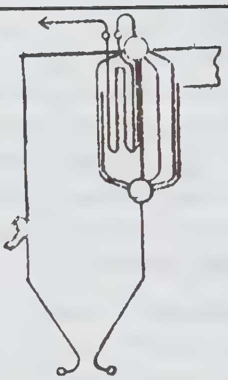
- *சி. செல்வராஜ்*

துணைநூல். S.B. Meyer and et.al., *Introduction to Plant physiology,* Affiliated East-West Press Pvt Ltd. New Delhi, 1967.

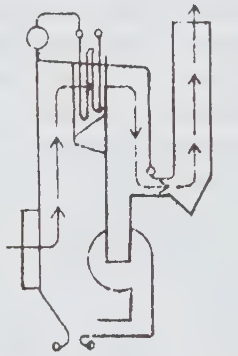
நீராவி வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாடு

குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் நீராவியை உண்டாக்க, நீராவியாக்க அணியின் (steam generating unit) செயல்பாட்டைக் கட்டுப்படுத்தும் அமைப்பு, நீராவி வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாடு (steam temperature control) எனப்படும். அழுத்த மாறுபாடுகளால் வெப்ப ஏற்புத் திறனில் ஏற்படும் மாறுதல், வெப்ப ஏற்புப் பகுதிகளில் கழிவு அல்லது சாம்பலின் படிவு காரணமாக ஏற்படும் வெப்ப இழப்பு, எரிபொருள் மற்றும் கனற்காற்று (combustion air) முதலியவற்றின் கலப்பு விகிதத்தை மாற்றுவதால் உண்டாகும் விளைவு ஆகியவை நீராவியின் வெப்பநிலையைப் பாதிக்கும். ஊட்டு நீரின் குறைந்த வெப்பநிலை வெப்பவியல் சுழற்சியின் திறத்தையே குறைத்துவிடும். ஆனால் நீராவியின் உயர் வெப்பநிலை கொதிகலன் பகுதிகளின் வலிவையும் நீட்டிப்புத் திறனையும் பாதிக்கும். எனவே, நீராவி வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாடு என்பது நவீன கொதிகலன் நிறுவுதல்களில் இன்றியமையா இடத்தைப் பெறுகிறது.

ஊடுவழி ஒடுக்கி (by pass damper), சாய்நிலை எரிமுனை வகை (tilting burner type), நீர்த்தெளிப்பு வகை (spray attemperation), மீள்சுழற்சி எரிவளிம வகை (recirculated gas type) போன்ற ஏதேனும் ஒரு வகையைக் கொண்டு நீராவியின் வெப்பநிலையைக் கட்டுப்படுத்தலாம். பெரும்பாலும் நீராவிக் கொள்கலனிலிருந்து (drum) மீவெப்ப நீராவி செல்லும் வழிகளில் இவை பொருத்தப்படும்.



சாய் நிலை எரிமுனை வகை



மீள்சுழற்சி எரிவளிம வகை

படம். நீராவி வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாட்டு வகை

ஊடுவழி ஒடுக்கி. இது மீவெப்பமேற்றி (superheater), மறுவெப்பமேற்றி (reheater) போன்றவற்றிற்குச் செல்லும் வெப்பக்காற்றைத் தடுத்துத் திசை மாற்றி, தேவைக்கேற்ப வெப்பத்தைக் கூட்டவோ, குறைக்கவோ செய்கிறது.

சாய்நிலை எரிமுனை வகை. இவ்வகையில் எரிமுனையில் பல்வேறு உயரங்களிலும் கோணங்களிலும் சாய்த்துப் பொருத்தக்கூடிய எரிமுனைகள் இருக்கும். இவற்றின் சுடர்முனை வெப்பத் தேவைகளுக்கேற்பப் பல கோணங்களில் பொருத்தப்பட்டுக் கனற்சி மண்டலத்தை (combustion zone) நிர்வகிப்பதால் நீராவியின் வெப்பநிலை கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

நீர்த்தெளிப்பு வகை. கொதிகலன் நீரில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் வெப்பப் பரிமாற்றியிலிருந்து வரும் நீர், நீராவிப் பாதைகளில் நுண் திவலைகளாகத்

தெளிக்கப்படும். இவ்விதம் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட குளிரூட்டல் முறையே நீர்த்தெளிப்பு வகை வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாடாகும். இதனை நீர்ப்பீய்ச்சி வகை எனவும் வழங்கலாம்.

மீள்சுழற்சி எரி வளிம வகை. பயன்பட்டு வெளியேறிய வெப்ப வளிமங்களே உலையில் சில பகுதிகளில் மீண்டும் செலுத்தப்பட்டு நீராவியின் வெப்பநிலை காக்கப்படுகிறது. இங்கு ஒருமுறை பயன்பட்டு வெளியேறிய வெப்ப வளிமம் (flue gas) குறைந்த வெப்பநிலையைப் பெற்றுள்ளமையால் மீண்டும் பயன்படுகிறது.

பல உலைகள் கொண்ட அமைப்பிலிருந்து வெளியேறும் வெப்ப வளிமங்கள் மூலம் எரி விகிதத்தைக் கட்டுப்படுத்துதல், ஒரு வழி முடுக்குச் சுற்று (forced circulation) கொண்ட கொதிகலன்களில், ஊட்டு நீரின் அழுத்த விகிதத்திற்கேற்ப (pumping rate) எரி விகிதத்தைக் கட்டுப்படுத்துதல் ஆகிய வழிகளிலும் வெப்பநிலையைக் கட்டுப்படுத்தலாம். பொதுவாக இவ்வகை வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாடுகள் தானியங்கி அமைப்பாகவே இருக்கும்.

- கே. ஆர். கோவிந்தன்

நீராற் பகுப்பு

நீரினால் ஒரு வேதிப் பொருள் அழிதல், சிதைவுறல் அல்லது வேதிமாற்றம் அடைதல் ஆகியன, நீராற்பகுப்பு எனப்படும்.

மின்பகுளிகளின் நீரியக் கரைசல்களைப் பொறுத்தவரை நீராற்பகுப்பு எனப்படுவது நேர்மின் அயனிகள் நீருடன் வினையுற்று வலிமை குறைந்த காரத்தைத் தருதலும், எதிர்மின் அயனிகள் நீருடன் வினையுற்று வலிமை குறைந்த அமிலத்தைத் தருவதுமேயாகும். பொதுவாக, வீரியம் குறைந்த அமிலத்திலிருந்தோ, வீரியம் குறைந்த காரத்திலிருந்தோ உருவான உப்புகள் நீராற்பகுப்புக்குள்ளாகின்றன.

$$CH_3COO\text{-}Na^+ + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + Na^+OH^- \quad (1)$$

$$NH4^+ Cl^- + H_2O \rightleftharpoons NH_4OH + Cl^- \quad (2)$$

$$NH_4^+ CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons NH_4OH + CH_3COOH \quad (3)$$

(1)இல் அமிலம் வலிமை குறைந்தது (2)இல் காரம் வலிமை குறைந்தது, (3)இல் இரண்டுமே வலிமை குன்றியவை.

மொத்த அயனி எண்ணிக்கையில் நீராற்பகுக்கப்படும் பின்னத்திற்கு நீராற்பகுப்பு வீதம் என்று பெயர்.

நீராற் பகுப்பின் இயங்கு முறையில் இரு கட்டங்கள் உள்ளன.

$$2\,H_2O \rightleftharpoons H_3O + OH^-$$

$$A + H_3O \rightleftharpoons HA + H_2O$$

இவ்விரு வினைகளின் இணைவே சமன்பாடு(1) ஆகும். நீராற்பகுப்பு வீதத்துக்கான சமன்பாடுகளாவன:

$$h = \frac{Kw}{Ka}$$ (வீரியம் குறைந்த அமிலத்தின் உப்புக்கு)

$$h = \frac{Kw}{Kb}$$ (வீரியம் குறைந்த காரத்தின் உப்புக்கு)

$$h = \frac{Kw}{Ka\,.\,Kb}$$ (அமிலம், காரம் இரண்டுமே வீரியம் குறைந்தவையாக இருப்பின்)

இங்கு Kw = நீர் மூலக்கூறின் அயனிப் பெருக்க மாறிலி; Ka = வீரியம் குறைந்த அமிலத்தின் அயனியாதல் மாறிலி; K_b= வீரியம் குறைந்த காரத்தின் அயனியாதல் மாறிலி; உப்புகளின் நீராற்பகுப்பு வீதம் பின்வரும் காரணிகளால் பாதிக்கப்படுகிறது.

ஓர் உப்பின் நீராற்பகுப்பினால் விளையும் அமிலம் அல்லது காரத்தின் அயனியாதல் மாறிலியின் மதிப்பு குறையக் குறைய அவ்வுப்பின் நீராற்பகுப்பு வீதம் அதிகரிக்கும். காட்டாக, சோடியம் சயனைடு சோடியம் அசெட்டேட்டைவிட அதிகமாக நீராற்பகுக்கப்படுகிறது. ஏனெனில் அசெட்டிக் அமிலத்தைவிட ஹைட்ரோசையனிக் அமிலம் வீரியம் குறைந்ததாகும். இதன் விளைவாக, சோடியம் சயனைடு உப்பின் நீரியக் கரைசல், சோடியம் அசெட்டேட் உப்பின் நீரியக்கரைசலைவிடக் காரத்தன்மை மிக்கது.

கரைப்பானின் அயனியாதல் மாறிலி கூடக்கூட உப்பின் கரைப்பான் வழிப்பகுப்பு (solvolysis) கூடும். சான்றாக, நீரில் சோடியம் அசெட்டேட்டின் நீராற்பகுப்பு வீதம் 25°Cஇல் இருப்பதைவிட 50°Cஇல் கூடுதலாகும். இது நீரின் அயனிப் பெருக்க எண் வெப்பநிலைக்குத் தக்கவாறு மாறுவதால் ஏற்படும் விளைவாகும். மேலும் அசெட்டிக் அமிலத்தின் அயனியாதல் மாறிலி வெப்பநிலை மேலீட்டினால் குறைகிறது.

உப்புக் கரைசலின் செறிவு குறையக் குறைய நீராற்பகுப்பு வீதம் உயர்கிறது. நீராற்பகுப்பு வீதத்திற்கான சமன்பாட்டின் எளிய வடிவத்தின்படி, $K_h = h^2C$ ஆகும். செறிவு சுழியை எட்டும்போது நீராற்பகுப்பு வீதம் 100%ஐ எய்த வேண்டும். ஆனால் நடைமுறையில் இயலக்கூடியதன்று. 25% இல் சோடியம் அசெட்டேட் மிகையளவு தூய நீரில் 0.5% வரை நீராற்பகுப்புக்குள்ளாகிறது.

உப்பின் மூல அமிலமும், காரமும் வீரியம் குன்றியவையாக இருப்பின் நீராற்பகுப்பு வீதம் கூடுதலாக அமையும். அம்மோனியம் அசெட்டேட்டில் உள்ளவாறு அமிலம், காரம் இரண்டின் அயனியாதல் மாறிலிகளின் எண் மதிப்புகளும் சமமாக இருப்பின் உப்புக் கரைசல் நடுநிலை பெற்றிருக்கும்.

சில உப்புகள் பகுதி நீராற்பகுக்கப்பட்டுக் காரத்தன்மை கொண்ட திண்ம உப்புகளாக மாறுகின்றன.

$$MgCl_2 \longrightarrow Mg(OH)Cl$$

HCl அமிலத்தைப் போன்ற வீரிய அமிலத்தின் எதிர் அயனியும் (Cl^-) நீராற்பகுக்கப்படும் சூழ்நிலை உருவாவதுண்டு. சோடியம் குளோரைடை ஈரக்காற்றினால் சூடேற்றினால் எளிதில் ஆவியாகும். (HCl) அகற்றப்பட்டு, காரக் கரைசல் உருவாகும். பொதுவாக நீராற்பகுப்பு நடுநிலையாக்கலின் எதிர் வினையாகும்.

நீராற்பகுப்பு, உப்புகளுக்கு மட்டுமன்றிக் கரிமச் சேர்மங்களுக்கும் உரித்தானது. எஸ்ட்டர், அமில ளஅமைடு, புரதங்கள் ஆகியன நீராற்பகுப்புக்கு உட்படவல்லன. எஸ்ட்டரின் நீராற்பகுப்பு வினைகள் எட்டு இயங்கு முறைகளாக வகையிடப்பட்டுள்ளன. அமில கார வினையூக்கிகளையும், ஒற்றை மற்றும் இரு மூலக்கூறுகள் பங்கேற்கும் வாய்ப்பையும் பொறுத்து இவை AA11, AA12, AAC1, AAC2, BA11, BA12, BAC1, BAC2 என அமைகின்றன. காரவகை நீராற்பகுப்பில் அமிலத்தின் உப்பு தோன்றுவதால் பின்னோக்கி வினை நிகழும் வாய்ப்பு குறைவு. எனவே, அமில வகையைவிடக் காரவகை பெரிதும் விரும்பப்படுகிறது. கார வினையூக்கியைக் கொண்டு எஸ்ட்டரை நீராற்பகுத்தல் வினையைச் சோப்பாதல் வினை என்பர். எஸ்ட்டர் நீராற்பகுக்கப்படும்போது ஆல்கஹால் பகுதியிலுள்ள C-0 பிணைப்பு உடைக்கப்படுகிறதா, அமிலப் பகுதியிலுள்ள C-0 பிணைப்பு உடைக்கப்படுகிறதா என்பதை அறிவதற்கு ஐசோடோப் ஒட்டல் முறை (isotope labelling) பயனாகிறது. நீராற்பகுப்புக்குத் தேவையான நீரில் H_2O^{18} எனும் மூலக்கூற்றைப் பயன்படுத்தி O^{18}, வினைப்பொருள்களுள் ஆல்கஹாலில் இடம் பெற்றுள்ளதா, அமிலத்தில் இடம் பெற்றுள்ளதா என அறிந்து எப்பிணைப்பு உடைக்கப்பட்டது எனத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நீரியல் அடைப்பிதழ்த் தூக்கி

உட்கனற் பொறிகளின் அடைப்பிதழ் இயக்கங்களில், அடைப்பிதழ் இயக்கம் வெப்பத்தினால் உருக்குலைவதைத் தடுக்கும் ஒரு நீரியல் பொறியமைப்பே நீரியல் அடைப்பிதழ்த் தூக்கி (hydraulic valve lifter) ஆகும்.

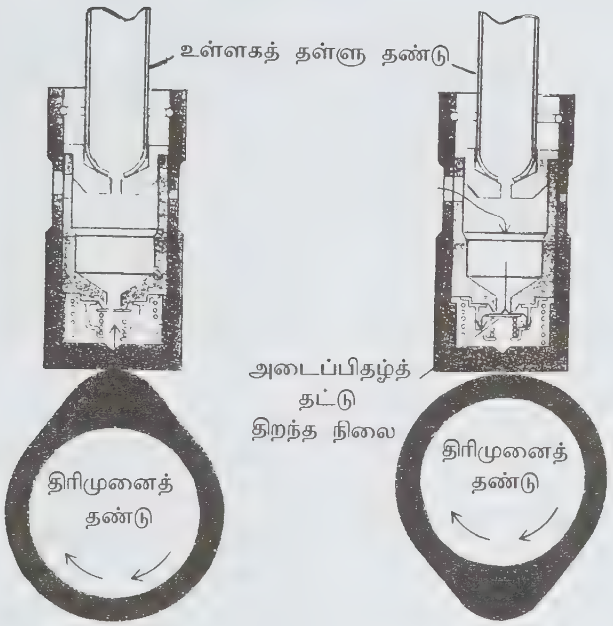
உட்கனற் பொறிகளில் அடைப்பிதழ்கள் மிக உயர் வெப்பநிலைகளில் இயங்க வேண்டும். ஒரு முனையிலிருந்து மறுமுனைக்கு வெப்பக் கடத்தல் நடைபெறுவதால் இயக்கம் சூடேறி உருக்குலைய வாய்ப்பு உண்டு. காட்டாக, அடைப்பிதழ்த் தண்டு எதிர்முனையோடு எந்நேரமும் தொடர்பு கொண்டுள்ளமையால் வெப்பம் திரிமுனை வரை பரவி இயக்கம் தடைப்பட வாய்ப்புண்டு. இதனைத் தடுக்க அடைப்பிதழ்த் தண்டிற்கும் திரிமுனைக்கும் இடையில் ஆற்றல் வீணாகாத வகையில் ஓர் இடைவெளி இருத்தல் இன்றியமையாதது. இப்பணியினையே நீரியல் அடைப்பிதழ்த் தூக்கி செய்கிறது. இவ்விடைவெளி மிகுந்தால் இயங்கு ஒலியும் ஆற்றல் இழப்பும் மிகுவதற்கு வாய்ப்புண்டு.

நீரியல் அடைப்பிதழ்த் தூக்கி, தொலைநோக்கி வகை அமைப்பைக் கொண்ட ஓர் அழுத்தந் தாங்கு (compression strut) அமைப்பாகும். இது திரிமுனைக்கும் அடைப்பிதழ்த் தண்டின் கீழ்ப் பகுதிக்கும் இடையே பொருத்தப்பட்டிருக்கும். நீரியல் அடைப்பிதழ்த் தூக்கியில் ஓர் உந்துதண்டு, ஓர் உருளைக் கலன், சுருள்வில், இருவழி அடைப்பிதழ் முதலியன இருக்கும்.

முதலில் இயல்பாக இயங்காத சூழ்நிலையில் சுருள்வில் தன் நிலை ஆற்றலால் உந்து தண்டை நேர் நோக்கித் தள்ளும். இதனால் கீழ்ப்பகுதியில் ஓர் இடைவெளி இருக்கும். இவ்விடைவெளியை நிரப்ப உருளைக் கலனிலுள்ள எண்ணெய், இருவழி அடைப்பிதழ் வாயிலாகவே கீழே வரும்.

திரிமுனைத் தூக்கியோடு அடைப்பிதழைத் தூக்க முற்படும்போது கீழ்ப் பகுதியில் மிகுவிசையோடு உள்ள எண்ணெய் அடைப்பிதழைத் தூக்க முயலும். மீண்டும் திரிமுனை சுழலும்போது, எண்ணெய் உருளையின் உள்ளேயே கசிந்து முன் குறிப்பிட்டபடி உருளையின் கீழ்ப் பகுதிக்கு இருவழி அடைப்பிதழ் சுருள்வில் கொண்ட பகுதிக்கு வரும். இதனால் செயல் சக்கரம் மாறி மாறி இயங்கி அடைப்பிதழைத் தூக்கவும் அடைப்பிதழின் அடித்தண்டில் வெப்பத்தைக் குறைக்கவும் செய்கிறது.

- வெ. ஸ்ரீதர்

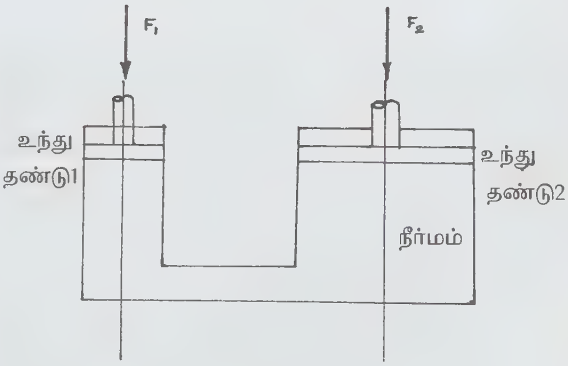


நீரியல் அடைப்பிதழ்த் தூக்கி

நீரியல் அழுத்தி

இது நீர்ம விசையைப் பயன்படுத்தி மிகு எந்திர இலாபத்தைக் கொடுக்கும் ஓர் எந்திர அமைப்பாகும். நீரியல் அழுத்தியில் (hydraulic press) ஒரு பெரிய உருளைக் கலனும், ஒரு சிறிய கலனும் ஒரு குழாயின் மூலம் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். அக்கலன்களிலுள்ள நீர்மத்தின் மேல் இரண்டு உந்து தண்டுகள் எந்நேரமும் மிதந்து கொண்டிருக்கும்.

சிறிய உருளையில் உள்ள சிறிய உந்து தண்டில் செலுத்தப்படுகிற சிறிய விசை பெரிய உருளையில் உள்ள பெரிய உந்து தண்டில் பெரிய விசையாகப் பெருகிச் செயல்படுகிறது. நீரியல் அழுத்தியின் இயக்கம் பாஸ்கல் கொள்கையைச் சார்ந்துள்ளது. பாஸ்கலின் விதி ஒய்வு நிலையில் உள்ள நீர்மத்தில் ஒரு புள்ளியில் தரப்படும் அழுத்தம் நீர்மத்தின் அனைத்துத் திசைகளிலும் அதே அளவில் கடத்தப்படுகிறது என்பதாகும்.



படம் 1. நீரியல் அழுத்தியின் இயக்கத் தத்துவம்

அழுத்தம் என்பது ஓர் அலகு பரப்பில் செலுத்தப்படும் விசையின் அளவாகும். படம் 1 இல் சிறிய உருளையில் செலுத்தப்படுகிற விசை $F_1=PA_1$, பெரிய உருளையில் உண்டாகும் விசை $F_2 = PA_2$

$$\text{அழுத்தம்} = P = \frac{F_1}{A_1} \text{ என்றும்,}$$

வரைபடம் (1)இன்படி F_1 பகுதியின் வாயிலாகச் செலுத்தப்படும் விசையினால் உண்டாகும் அழுத்தத்தை

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1} \text{ என்றும்,}$$

F_2 பகுதியின் வாயிலாகச் செலுத்தப்படும் விசையினால் உண்டாகும் அழுத்தத்தை

$$P_2 = \frac{F_2}{A_2}$$

என்றும் கொள்ளலாம்.

அதாவது பாஸ்கலின் விதிப்படி அழுத்தம் முழுமையும் ஒன்றே என்பதால்

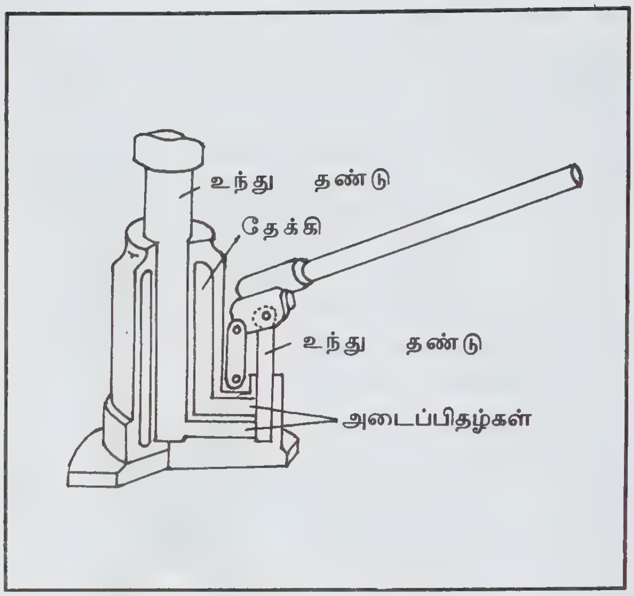
$$P_1 = P_2 = P$$
$$F_2 = PA_2$$
$$= F_1 = \frac{A_2}{A_1}$$

எனலாம். இதில் A_1, A_2 என்பன முறையே உந்து தண்டுகள் (1) (2) ஆகியவற்றின் பரப்பளவு ஆகும்.

மேற்காணும் விசையினால் ஏற்படும் எந்திர இலாபம் (mechanical advantage -M.A):

$$M.A = \frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$$

என்பதாகும். இந்நீரியல் அழுத்தியின் அடிப்படையிலே நீரியல் உயர்த்திகள் (படம் 2), உலோக அமைப்பு அழுத்திகள் (metal-forming presses), நீரியல் எடைபோடும் கருவிகள் முதலியன இயங்குகின்றன. அழுத்தியின் ஒரு முனையில் சிறு உந்து தண்டு செயல்பட்டு விசையை நீர்மத்தில் செயல்படச் செய்கிறது. இவ்விசை நீர்மத்தில் சீராகப் பரவி மறுமுனையில் உள்ள பெரிய உந்து தண்டை மேல் நோக்கி எழச் செய்கிறது. இவ்வகையில் நீரியில் அழுத்திகளால் ஏறத்தாழ 15,000 டன்னிற்கும் மேலான விசை கிடைக்கிறது. மேற்கூறிய தத்துவத்தில் செயல்படும் நீரியல் எடைபோடும் கருவிகளைப் பயன்படுத்தி மிகக் கனமான பொருள்களின் எடை துல்லியமாக அறியப்படுகிறது.



படம் 2 நீரியல் உயர்த்தி

நீரியல் அழுத்தியின் தத்துவம் எந்திரத் தூக்கி, மண்ணகற்றும் எந்திரம், தகடு வளைக்கும் அழுத்தி, உலோக வடிவமைப்பு, அழுத்தி ஆகியவற்றில் பயன்படுகிறது.

- வெ. ஸ்ரீதர்

நீரியல் ஒப்புமைப்பட்டியல்

மூடப்படாத திறந்தவெளியில் செல்லும் நீர்ப்பாய்வு செயல்பாடுகளையும், இயக்கங்களையும், அழுத்தம் கொடுக்கப்பட்டு இருபரிமாண அளவில் செலுத்தப்படும் வளிமங்களின் செயல்பாடுகளையும், இயக்கங்களையும் ஒப்பிட்டு அவற்றினை அட்டவணையாகத் தயாரித்தால் அதனை நீர் ஒப்புமைப்பட்டியல் (analog table) எனலாம். ஆய்வுகள் நடத்தப்பட்டு நீர், வளிமம் இரண்டும் எவ்வெவ் நிலைகளில் ஒரே வகைச் செயல்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளன என்பதையும் துல்லியமாகக் கணக்கிட்டு அட்டவணைப் படுத்தவேண்டும். இது பல்வேறு வகையான ஆய்வுகளுக்குப் பயன்படக்கூடிய செயல்முறையில் நிறுவ வசதியான ஒப்புமை அட்டவணை ஆகும்.

கரடுமுரடான சமதளத்தில் செங்குத்துத் தடுப்புச்சுவர்களை எல்லைகளாக அமைத்து நீரைச் ஓடச்செய்ய வேண்டும். தடுப்புச் சுவர்கள் வளிமத்தின் மீது அழுத்தம் ஏற்படுத்தும் எல்லைகளைப் போல்

நீருடன் இயங்குவதாகக் கருதப்படும். தேர்வு செய்யப்பட்ட இரு புள்ளிகளுக்கிடையில் நீரில் ஏற்படும் உயரமாற்றங்கள், நீருடன் ஒப்பிட வேண்டிய மாற்றங்களுடன் ஒப்பிடப்படும். ஒவ்வொரு நிலையிலும் நீரின் அளவு மாற்றங்கள் அளக்கப்பட்டுக் குறிக்கப்பட்ட பின்னர் அதற்குச் சமமாக வளிமத்தின் மாற்றமடையும் அளவுகளைக் கணக்கிட்டு அட்டவணையாகத் தயார் செய்ய வேண்டும்.

இந்த ஒப்புமை அட்டவணை குறைந்த செலவில் நுணுக்கமாகத் தயாரிக்கக்கூடியது ஆகும். மிகப் பெரிய அளவிலான ஆராய்ச்சிக் கல்விக்குப் பெரிதும் உதவக்கூடியது. இதில் ஆய்விற்குத் தேவையான நீர்ப்பாய்வு பாதைகளை எளிதில் காணமுடியும். எல்லைகளை எப்படி வேண்டுமானாலும் மாற்றி அமைத்துத் தேவையான முடிவுகளைக் கண்டுபிடிக்க முடியும்.

நீர்ப்பாய்வின்போதும் வளிம அழுத்தத்தில் செல்லும்போதும் அவற்றின் ஆற்றல் தேய்வுற்றுக் குறைவதில்லை என்னும் கருத்திலும், செங்குத்து அழுத்தப்பரவல் திறந்த வெளி நீர்ப்பாய்வில் நீரின் நிலையான உயரத்தைப் பொறுத்து அமையும் என்னும் கருத்திலும் ஒப்புமை அட்டவணை தயாரிக்கப்படுகிறது. நீர், வளிமம் இரண்டிற்கும் ஆற்றல் சமன்பாட்டையும் தொடர்நிலைச் சமன்பாட்டையும் எழுதினால் ஒப்புமை உருவாவதைக் காணலாம்:

நீரின் ஆற்றல் சமன்பாடு நீரின் திசைவேகத்தைக் கீழ்க்காணுமாறு கூறுகிறது.

$$V = \sqrt{2g(h_o - h)} \quad ; \quad V_{mex} = \sqrt{2gh_o} \ldots (1)$$

h நீரின் உயரம்; இது நீர் நிலையாக அசைவற்று நிற்கும்போது நீரின் உயரம். அதேபோல் வளிமத்தின் ஆற்றல் சமன்பாடு வளிமத்தின் திசை வேகத்தைக் கீழ்க்காணுமாறு கூறுகிறது:

$$V = \sqrt{2g\,Cp\,(T_o - T)} \quad V_{mex} = \sqrt{2gCp\,T_o} \ldots (2)$$

மாறாத அழுத்தத்தின் தன் வெப்ப எண் - C_p

வெப்பநிலை - T

வளிமம் அசைவற்றிருக்கும்போது வெப்பநிலை - T_o

திசைவேகத்திற்கும் உச்சத் திசைவேகத்திற்கும் உள்ள விகிதங்கள் நீருக்கும் வளிமத்திற்கும் சமம் என்றால் பின்வரும் சமன்பாடு உருவாகும்.

$$\frac{h_0 - h}{h_0} = \frac{T_0 - T}{T_0} \quad \frac{h}{h_0} = \frac{T}{T_0} \ldots (3)$$

திசைவேகத்தின் கிடைமட்டத் தளத்திசையில் (x) உள்ள தொலைவு (u) என்றும், குத்துமட்டத் தளத்திசையில் (y) உள்ள தொலைவு (v) என்றும் கொண்டால் தொடர்நிலைச் சமன்பாடு பின்வருமாறு அமையும்.

$$\frac{J(uh)}{Jx} + \frac{J(uh)}{Jhy} = 0 \text{ - நீர்ச்சமன்பாடு} \ldots (4)$$

$$\frac{J(uf)}{Jx} + \frac{J(uf)}{Jy} = 0 \text{ - வளிமச் சமன்பாடு 4} \quad (5)$$

மேற்காணும் சமன்பாடுகளின் மூலம் நீரின் உயரமும் (h) வளிமத்தின் அடர்த்தியும் (f) ஒப்புமை உடைய அளவுகள் என்று அறியலாம். அதேபோல் நீரின் உயரம் வளிமத்தின் அடர்த்தி ஆகியவற்றுடன் வளிம வெப்பநிலையும் ஒப்புமை உடைய அளவே என்பதையும் சமன்பாடு மூலம் அறியலாம்.

$$\frac{h}{h_0} = \frac{p}{p_0} = \frac{T}{T_0}$$

ஆற்றல் குறைவு முறையில் மாற்றம் நிகழாத வளிமம், ஒரு குறிப்பிட்ட வகையைச் சேர்ந்தது. இது கன அளவில் விரிவடையும்போது அதன் வெப்பநிலை குறையும். இக்குறிப்பிட்ட வகை வளிமத்தின் பாய்விற்குக் கீழ்க்காணுமாறு சமன்பாடு மட்டுமே சரியானதாகும்.

$$\frac{p}{p_0} = \left(\frac{T}{T_0}\right)^{1/K - 1} = \left(\frac{h}{h_0}\right)^{1/K} \quad (6)$$

இதனால் ஒப்புமை நன்கு செயல்பட அழுத்தத்திற்கும், கன அளவிற்கும் தொடர்பு உள்ள சமன்பாட்டில் மாறிலி மதிப்பு ஒன்று தேவை. அது K எனக் கொள்ளலாம்.

இவையனைத்தையும் இணைத்துக் கீழ்க்காணும் சமன்பாடு மூலமாக ஒப்புமை தொகுத்து அளிக்கப்படுகிறது.

$$\frac{h}{h_0} = \frac{J}{J_0} = \frac{T}{T_0} = \sqrt{\frac{P}{P_0}} \quad (7)$$

h-நீரின் உயரம்; J-வளிமத்தின் அடர்த்தி; T-வளிமத்தின் வெப்பநிலை, P-வளிமத்தின் அழுத்தம், J-நீர் பாயும்போது ஏற்படும் சிறு தடை; மேம்பாடு அடையும் வேகம் C

கீழ்வரும் சமன்பாடாகக் கூறப்படுகிறது. அதேவேகம் வளிமத்திற்குக் கீழ்க்காணுமாறு கூறப்படுகிறது.

$$C = \sqrt{gh}$$

$\frac{V}{\sqrt{gh}}$ என்னும் விகிதம் நீர்ப்பாய்வில் பிராடே எண் எனவும்,

$\frac{V}{\sqrt{\frac{KP}{J}}}$ என்னும் வளிமத்திற்கு மேல் எண் எனவும் குறிப்பிடப்படும்.

நீர்ப்பாய்வு ஒப்புமை அட்டவணையின் பயன்கள். ஒப்புமை உண்மையாக உள்ளமைக்கு K-இன் மதிப்பு வளிமத்திற்கு 2எனக் கூறப்பட்டுள்ளது. இருப்பினும் முக்கியமாகப் பயன்படுத்தப்படும் காற்றிற்கு K-இன் மதிப்பு 1:4 பல்வேறு மாற்றங்கள் மற்றும் சீர்திருத்தங்களுடன் வான விசையியல் கணிதத்திற்கு மிகப் பயனுள்ள வகையில் ஒப்புமை அட்டவணை அமைகிறது. வேகமாற்றப்பாய்வு ஆதிக்கத்தில் ஆய்வு முடிவுகளின் மூலம் நீர் இயக்கங்களின் அட்டவணையிலிருந்து K-இன் மதிப்பு 2 என்னும் அனுமதிக்கப்பட்ட வளிமத்திற்குத் தேவையான இயக்கங்களுக்கான விடைகளை மாற்றமுடியும். இதற்கு வேகமாற்றச் சமவிதிகள் பயன்படும். ஒலி வேகத்திற்கு இணையான மிகுவேகப் பாய்வில் ஒப்புமை அட்டவணை பொருந்துவதில்லை. ஏனெனில் அதில் உருவாகும் அதிர்வு அலைகள், நீர்ப்பாய்வின்போது அதன் ஆற்றல் சிதறடிக்கப்பட்டுத் தேய்வுற்றுக் குறைவதில்லை என்னும் கருத்தைப் பொய்யாக்கிவிடுகின்றன. இங்கு அதிர்வு அலைகளால் ஆற்றல் வீணாக்கப்படுகிறது. ஆனால் இந்த மிகுவேகப் பாய்வில் நீரின் உயரத்திற்கும் வளிமத்தின் அடர்த்திக்கும் உள்ள ஒப்புமை மதிப்புகள் மட்டுமே பயன்தரக்கூடியவை.

நீர்மட்டம் ஆய்வு மூலம் காற்று அடர்த்திப் பரவல் கிடைத்தால் இதை ஒத்திருக்கக்கூடிய அழுத்தம் அல்லது வெப்பநிலைப் பரவல்களை மிகத் துல்லியமாக, வானவிசையியல் சமன்பாடுகளின் உதவியுடன் கணக்கிட முடியும். இதுபோல் மிக வேகமாகச் செல்லும் மெல்லிய தகடுகளின் மீது ஏற்படும் காற்று அழுத்தப் பரவல்களையும் நீர் வீழ்ச்சியினைச் சுற்றிலும் ஏற்படும் காற்று அழுத்தப் பரவல்களையும் கணக்கிட முடியும்.

சில பொருள்களைச் சுற்றிலும் ஏற்படக்கூடிய அதிர்வு அலைச்சிதறல்களைக் கணக்கிடுவது போன்ற, மிகக் குறைந்த நேரத்தில் நடைபெறக்கூடிய அழுத்த மாற்றங்களைக் கணக்கிடவும் ஒப்புமை அட்டவணை உதவுகிறது. இத்தகைய நீர்மட்டச் சிதறல்களின் செயல்பாடு இயக்கம் முதலியவற்றைப் பற்றி ஆராய்ந்து அறியும் கணக்கீடுகள், காற்றில் உருவாகும் அதிர்வுக்குழல்களைப் பற்றி அறியச் செய்யப்படும் கணக்கீடுகளைப் போன்றவையேயாகும்.

எனவே ஒப்புமை அட்டவணை, நீர் காற்று வளிமம் தொடர்பான நுணுக்கம் நிறைந்த கணக்குகள் அனைத்திற்கும் பயன்படக்கூடியதாகும்.

- ஏ.எஸ்.எஸ். சேகர்

நீரியல் சரிவு

ஒரு சாய்ந்த குழாயின் இரு முனைகளுக்கு இடையிலான செங்குத்து உயரம், ஏற்ற முகட்டு உயரம் (elevation head) எனப்படுகிறது. இக்குழாயில் நீர் பாயும்போது குழாயின் இரு முனைகளிலும் உள்ள அழுத்தங்களுக்கிடையிலான வேறுபாடு, அழுத்த முகட்டு உயரம் (pressure head) எனப்படுகிறது. இரு முனைகளிலும் நீரின் திசைவேகங்களுக்கு இடையிலான வேறுபாடு, திசைவேக முகட்டு உயரம் (velocity head) எனப்படுகிறது. இம்மூன்றையும் கூட்டினால் மொத்த முகட்டு உயரம் (total head) என்னும் அளவு கிடைக்கிறது. இவற்றை அளவிட உதவுகிற ஒரு மூடிய குழாயின் சரிவு, நீரியல் சரிவு (hydraulic gradient) எனப்படும்.

நீர் செல்லும் குழாயின் ஏதாவது ஒரு புள்ளியில் ஏற்ற முகட்டு உயரத்தையும் அழுத்த முகட்டு உயரத்தையும் நேரடியாக அளவிட வேண்டுமெனில் அப்புள்ளியில் நீர்க்குழாயின் சுவரில் ஒரு துளையிட்டு அத்துளையில் செங்குத்தாக ஒரு மெல்லிய குழலைச் செருகிட வேண்டும். இதில் நீர் ஏறி நிற்கும் செங்குத்து உயரத்திலிருந்து மேற்காணும் அளவுகளைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இத்தகு அளவுமுறைகளைப் பீசோ அளவி (pizometer) எனும் கருவியின் மூலம் அளந்தறியலாம்.

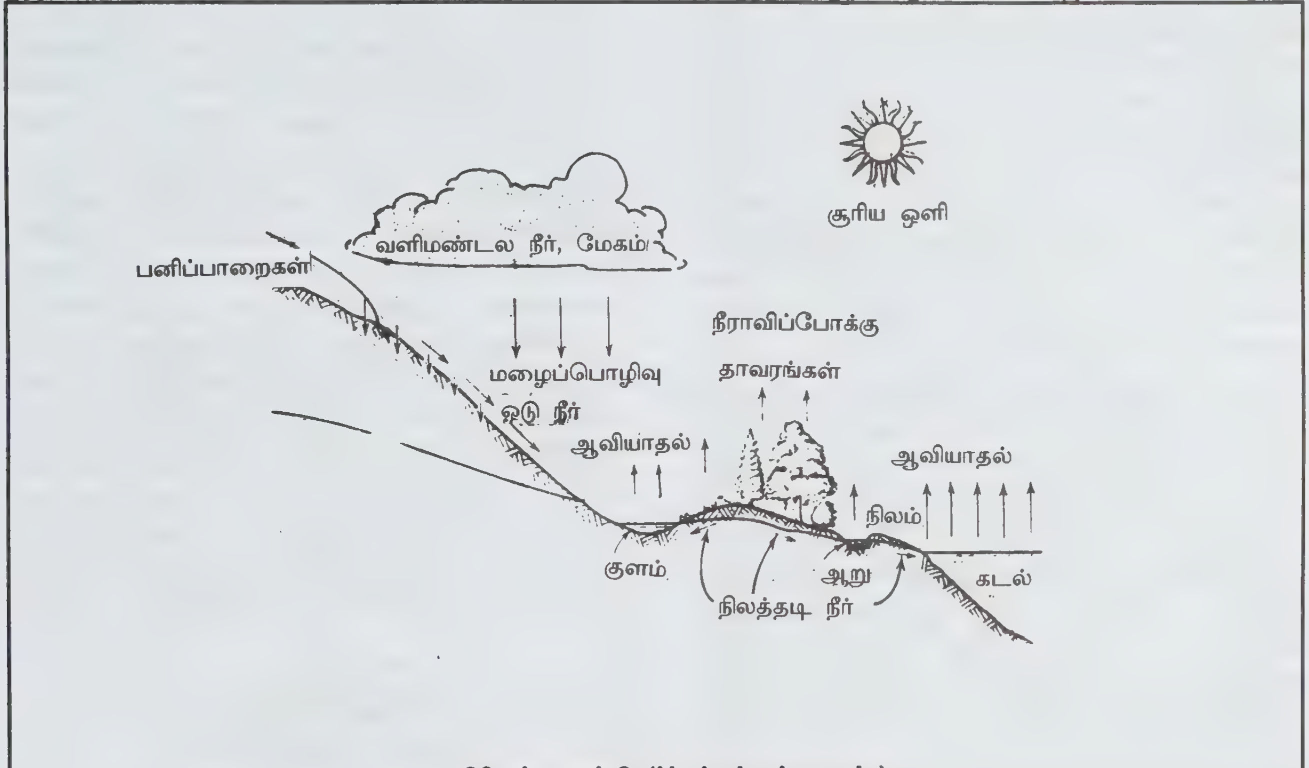
- கே.என். ராமசந்திரன்

நீரியல் சுழற்சி

நீரின் பண்புகள், பரவும் தன்மை, அதன் சுழற்சி ஆகியவற்றைக் குறித்து ஆய்ந்தறிதல் நீர் அறிவியல் அல்லது நீரியல் (Hydrology) எனப்படும். நீரியலின்

மையக்கருத்து நீரியல் சுழற்சி (Hydrologic cycle) ஆகும். விரிந்து கிடக்கும் கடல், நில, நீர்ப்பரப்புகள், தாவரக் கூட்டங்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து ஆவியாகி வெளியேறும் பெருமளவு நீர், வளிமண்டலத்தின் சூல் கொண்ட மேகம், மழை, பனிப்பொழிவுகளாக மாறி மீண்டும் நில நீர் பரப்புகளை வந்தடைவதை விளக்குவதே நீரியல் சுழற்சியின் அடிப்படை.

இவ்வாறு காற்று மண்டலத்தை வந்தடையும் நீராவியின் செறிவையே வளிமண்டலச்சார்பு ஈரப்பதம் (relative humidity of atmosphere) என்பர். ஓரிடத்தின் சார்பு ஈரப்பதமும், ஆவியாதலும் எப்போதும் எதிர் விகிதத்தில் இருக்கும். அதாவது, காற்றின் ஈரப்பதம் மிகுந்தால் ஆவியாதல் வேகம் குறையும். மாறாக, காற்றின் ஈரப்பதம் குறைந்தால் ஆவியாதல் வேகம் மிகும்.



நீரியல் சுழற்சி (Hydrologic cycle)

சூரிய ஆற்றலே நீரியல் சுழற்சியை இயக்குகிறது எனலாம். ஆவியாதல் (evaporation), மழைப்பொழிவு (precipitation) ஆகிய இரு நிகழ்ச்சிகள் நீரியல் சுழற்சியின் இரு பெரும் கூறுகளாகும். கடல், ஆறு, குளம், குட்டை ஆகியவற்றின் பரப்பிலிருந்து நீர் சூரிய வெப்பத்தால் ஆவியாகிக் காற்று மண்டலத்தைச் சென்றடைகிறது. நில, நீர்ப் பரப்புகளில் வளரும் பசுந்தாவரங்களிலிருந்து நீராவிப்போக்கு, நீர்க்கசிவு ஆகியவற்றால் நீர் காற்றுடன் கலக்கிறது. மேலும், விலங்குகளின் உடற்கழிவு, வேர்வை ஆகியவற்றினாலும் ஓரளவு நீர் ஆவியாகிறது. ஆவியாகிச் செல்லும் மொத்த நீரில் 85% கடற்பரப்புகளிலிருந்தும் எஞ்சிய 15% பசுந்தாவரங்களிலிருந்தும் உருவாகும். இவ்வாறு நீராவியாக மாறிக் காற்றுமண்டலத்தை அடையும் நீர்மூலக்கூறுகள், காற்றைவிட எடை குறைந்துள்ளமையால் எளிதில் மேலே செல்கின்றன.

மழைப்பொழிவுக் காற்று மண்டலத்தை வந்தடைந்த நீராவி, ஓரளவு குளிர்ந்து மேகமாக மாறிக் காற்றுடன் கலக்கிறது. இதனையே கருக்கொண்ட கார்மேகங்கள் என்பர். இவை காற்றால் அடித்துச் செல்லப்படும்போது தம்முள் ஏற்படும் உராய்வாலோ, எதிர்ப்படும் உயரமான மலைகளால் தடுக்கப்பட்டோ வீசும் குளிர்ந்த காற்றால் பெரிய நீர்த்துளிகளாக மாறுகின்றன. புவிஈர்ப்பு விசையால் ஈர்க்கப்படும் இப்பெரிய நீர்த்துளிகள் வேகமாகப் புவியை நோக்கி வருவதையே மழைப்பொழிவு என்பர். வளிமண்டல நீரில் ஒரு பகுதிப் பனி, மூடுபனிப் பொழிவாகவும் புவியை அடையும். மழை பெய்யும்போதே, சிறிதளவு நீர் நேரிடையாக ஆவியாகிவிடுகிறது.

மண்ணை வந்தடையும் மழை நீரில் ஒரு பகுதி சரிவுகளில் வடிந்து செல்கிறது. இதற்கு ஓடு நீர் (runway water) என்று பெயர். இந்நீர் தாவரங்களுக்குப்

பயன்படாமல் நீர்நிலைகளைச் சென்றடைகிறது. மழைநீரின் மற்றொரு பகுதி நிலத்தின் பெரிய துகள்களுக்கிடையேயுள்ள துளைகள் வழியாகப் புவிஈர்ப்பு ஆற்றலால் கீழ்நோக்கி இறங்குகிறது. இதனைப் புவிஈர்ப்பு நீர் (gravitational water) என்பர். இந்நீர் எப்போதும் ஒரே நிலையில் இருப்பதில்லை. மண்ணின் பல்வேறு ஆழங்களைச் சென்றடைந்துவிடும். இந்நீரை நிலத்தடி நீர் என்றும், இந்நிலநீரின் மேற்பரப்பை நில நீர் மட்டம் என்றும் கூறுவர். மண்ணில் புகுந்து செல்லும் பெரும்பகுதி நீர் மண் துகள்களிடையே மெல்லிய படிவமாகத் தங்குகிறது. ஆனால் இந்நீரின் ஒரு பகுதி மண்ணின் கூழ்மத் (colloid) துகள்களால் உறிஞ்சப்பட்டு, தாவரங்களுக்குக் கிடைக்காத நீராகிறது. இதனை ஈரப்பசை நீர் (hygroscopic water) என்பர். தாவர வளர்ச்சிக்குப் பெரிதும் பயன்படும் நுண்ணிய மண் துகள்களிடையே காணப்படும் நீர், நுண் துளை நீர் (capillary water) எனப்படும்.

மழையாக ஆறு, குளம், குட்டைகளை வந்தடையும் நீர் சூரிய வெப்பத்தால் படிப்படியாக மீண்டும் ஆவியாகிச் செல்கிறது. நிலத்தினுள் புகுந்த நீரும் சிறிது காலத்திற்குப் பிறகு, தாவரங்களின் நீராவிப்போக்கின் மூலமும் உயிர்களின் வேர்வை மற்றும் சுவாசம் மூலமாகவும் ஆவியாகிறது. ஆற்று நீரும் இறுதியில் கடலில் வந்து கலக்கிறது. விரிந்து கிடக்கும் கடற்பரப்புகளிலிருந்து பெருமளவு நீர், சூரிய ஒளியில் மீண்டும் ஆவியாகி வளிமண்டலத்தைச் சென்றடைகிறது. இவ்வாறு நீரியல் சுழற்சி ஒரு முழுமை பெற்ற வட்டமாக இயங்கி வருகிறது.

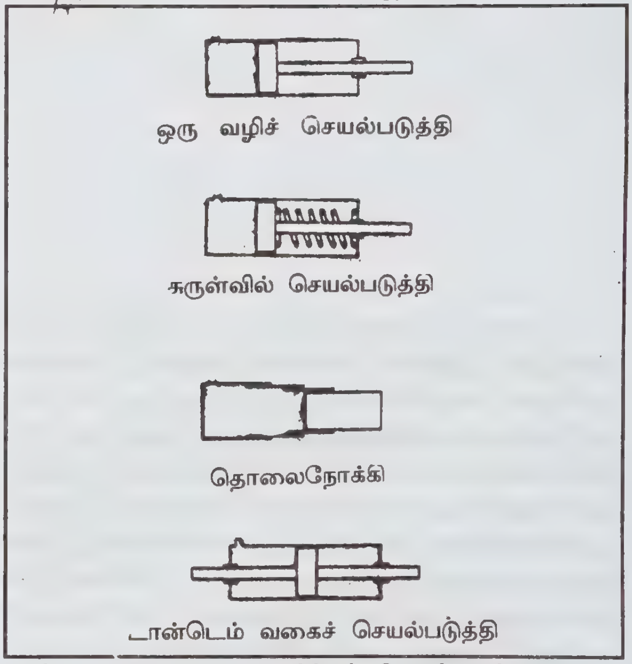
- சி. செல்வராஜ்

துணைநூல். J.K. Edward, *Concepts of Ecology*, Prentice - Hall Biological Science Series, New Delhi, 1974.

நீரியல் செயல்படுத்தி

நீரியல் ஆற்றலை எந்திர ஆற்றலாக மாற்றக்கூடிய ஓர் பொறியமைப்பே, நீரியல் செயல்படுத்தி (hydraulic actuator) எனப்படும். நீரியல் ஆற்றல், நேர்கோட்டு ஆற்றல், சுழலாற்றல், அதிர்வாற்றல் முதலிய வகைகளாக மாற்றப்படும். இவற்றின் இயக்க அழுத்தத் திறன் மிகச் சிறு அளவிலிருந்து மிக உயர் அழுத்தம் வரை வேறுபட்டாலும், இவை பொதுவாக 500 முதல் 5000 பவுண்டு சதுர அங்குலம் அளவுகளில் பெரும்பாலும் பயன்படுகின்றன. நீரியல் செயல்படுத்தி, மிக உயர் அழுத்தம் தரக்கூடியது. உயர் எடையும் கன அளவும் கொண்டு இயக்க வல்லது. உயர்ந்த அளவு ஆற்றலை அளிக்கும் திறன் கொண்டது. எனவே நீரியல் செயல்படுத்தி நுண்ணாற்றல் மையங்களிலும், கனரக எந்திர அமைப்புகளிலும் போக்குவரத்து, வானியல் துறைகளிலும் பெரிதும் பயனாகிறது.

உருளை வகை நீரியல் செயல்படுத்தி. நேர்கோட்டு ஆற்றல், குறிப்பிட்ட நீளத்திற்குத் தேவைப்படும் இடங்களில் உருளை வகை நீரியல் செயல்படுத்தி பயன்படும். இதனுள் உந்துதண்டைக் கொண்ட மூடிய உருளை ஒன்றிருக்கும். உந்து தண்டின் வெளிமுனையிலிருந்து ஆற்றல் தேவைப்படும் இடத்திற்கு இணைப்புகளில் இருக்கும். இழுவிசை இயங்கிச் செயல்படுத்திகளில் இரண்டு துளைவாய்கள் இருக்கும். இவற்றினுள் நீர்மம் உட்சென்று வெளியேறும். இத்துளைவாய்கள் உந்து தண்டின் இயக்கத்தினால் திறந்து மூடும். நான்கு வழி அடைப்பிதழ் ஒன்று இத்துளைவாய்களோடு இணைக்கப்பட்டு, உந்து தண்டின் செயல்பாட்டு ஆற்றல் வீச்சிற்கு ஏற்ப, நீரை உள்ளனுப்பியும், வெளியேற்றியும் இயக்கும்.



படம் 1. உருளை வகை நீரியல் செயல்படுத்தி

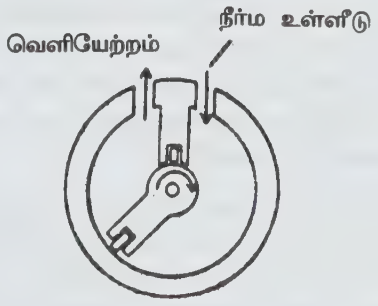
ஒருவழிச் செயல்படுத்தி. இது ஒருபுறம் மட்டுமே ஆற்றல் வீச்சை அளிக்கக் கூடியது. மறு வீச்சுச் சுருள் வில்லின் உதவியாலோ பிற புறத்தொடர்களாலோ அமையும். உந்துதண்டு, உருளையிலிருந்து வெளியேறும்போது ஆற்றல் வீச்சாகவும், மறு வீச்சு திரும்பு வீச்சாகவும் இயங்கும்.

தொலைநோக்கு வடிவச் செயல்படுத்தி. இதுவும் ஒரு வழிச் செயல்படுத்தியேயாகும். தொலைவில் உள்ள நீண்ட ஆற்றல் தேவைகளுக்கு ஏற்பச் சிறந்த ஆற்றலை இது வழங்கும்.

இருவழிச் செயல்படுத்தி. இவ்வகைச் செயல்படுத்தி எதிரெதிர்த் திசையில் ஒரே அளவான திசைவேகம் கொண்ட ஆற்றல் தேவைப்படும் இடங்களில் பயன்படுகிறது. இதன் இரு முனைகளிலிருந்தும் ஆற்றல் வீச்சும், சீரான உயர் அழுத்தமும், சீரான திசைவேகமும் கிடைக்கும்.

டான்டெம் வகைச் செயல்படுத்தி. இவ்வகைச் செயல்படுத்தியில் இரண்டு அல்லது மூன்று உந்து தண்டுகள் ஒரே அச்சில் பொருத்தப்பட்டு ஓரமைப்பாக இயங்கும். டான்டெம் வகைச் செயல்படுத்தியில் தேவையான குறைவழுத்த மிகுவேக இயக்கமும், உயரழுத்தக் குறை வேக இயக்கமும் பெறலாம்.

வரையாற்றல் சுழல் செயல்படுத்தி. இது ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்கு மாற்றக்கூடிய இடங்களில் வரையறுக்கப்பட்ட சுழல் மற்றும் நேர்கோட்டு வேகத்தோடு இயங்கக்கூடியது. இது எதிர்த்திசைகளில் சுழலும் திறனும், ஆற்றலும் மிக்கது. தொடக்கத்திலிருந்தே சிறந்த முறுக்கு விசையைத் தேவையான திசையில் வழங்கக்கூடியது.



படம் 2.
ஓரியக்க அலகு வகைச் சுழல் செயல்படுத்தி

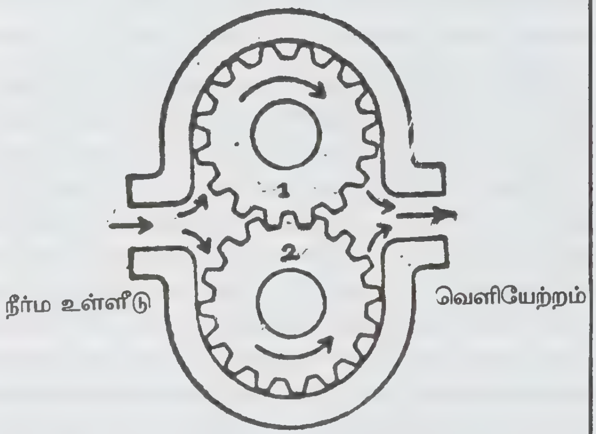
உந்துதண்டு பற்சக்கர வகைச் செயல்படுத்தி. இவ்வகைச் செயல்படுத்தியில் மையத்திலுள்ள பற்சக்கரம், இரண்டு உந்து தண்டுகளோடு பற்கள் வாயிலாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். சக்கரத்தின் மையத் தண்டிலிருந்தே ஆற்றல் வெளிக்கொணரப்படுகிறது. ஆற்றலை ஏற்படுத்துவதற்காக நீர்மம், உந்து தண்டின் வெளிப்புறத்திலோ உட்புறத்திலோ செலுத்தப்பட்டுப் பற்சக்கரச் சுழற்சி அமையுமாறு வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

ஓரியக்க அல்லது அலகு வகைச் செயல்படுத்தி. இவ்விசைச் செயல்படுத்தியின் மையத்தில் இயக்கியைப் பொருத்துவதற்கு ஏற்றவாறு தட்டுத் தடுப்புச் சுவர் இருக்கும். இருபுறமும் மூடப்பட்ட இவ்வமைப்பில் இரண்டு வழிகள் இருக்கும். இயங்கும் இயக்கி இவ்வுருளை வடிவத் தொட்டி அமைப்பைச் சுழன்று, இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கிறது. உட்புகும் வாயிலின் வழியே நீர்மம் உள் நுழைந்து இயக்கியைச் சுழலச் செய்து வெளியேற்ற வாயிலின் வழியே வெளியேற்றுகிறது. இரண்டு வாயில்கள் உள்ளமையால் இயக்கியின் ஆற்றலை எந்தத் திசையிலும் 180° வரை மிக எளிதாக இழுக்கலாம்.

ஈரியக்க அல்லது அலகு வகைச் செயல்படுத்தி. இவ்வகைச் செயல்படுத்தியில் இரு வட்டத் தட்டுத் தடுப்புச் சுவர்களும், தனித்தனியே இயக்கிகளும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இது ஒரே அமைப்பாக இயங்கி ஆற்றலை வெளியேற்றும். இதன் சுழற்சிக் கட்டுப்பாடு 100° வரையே வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. இருப்பினும் இதே அளவு திறன் கொண்ட ஓரியக்க வகைச் செயல்படுத்தியைவிட இது இரு மடங்கு முறுக்குத் திறன் உடையது. இதில் சீரான நிலைப்படுத்தப்பட்ட சுழற்சி வெளிப்பாடு கிடைப்பதால், ஓரியக்க வகைச் செயல்படுத்தியைவிடப் பல நன்மைகளைக் கொண்டுள்ளது.

சுழற்சிப் பொறிச் செயல்படுத்தி. இவ்வகைச் சுழற்சிப் பொறிச் செயல்படுத்தி, நேரடி ஆற்றல் இணைப்புக் கொண்ட இடங்களில் பொருத்த மிகவும் ஏற்றது. மேலும் இது முடுக்கம், இயங்கு வேகம், எதிர் முடுக்கம், சீரான திருப்புமையச் சுழற்சி, இடப் பொருத்தல் (positioning) ஆகியவற்றிற்குத் தேவையான கட்டுப்பாட்டைக் கொண்டிருக்கும். மின்னாற்றல் அமைப்புகளுடன் இணைந்து இயங்கக்கூடிய திறன் கொண்டது. சுழற்சிப் பொறிச் செயல்படுத்தி பெரும்பாலும் திருப்புமையச் (reversible) சுழற்சி கொண்டிருக்கும். இது பின்வருமாறு மேலும் இருவகைப்படும்.

பற்சக்கரப் பொறி வகைச் சுழல் செயல்படுத்தி. இவ்வமைப்பில் ஒரு நீள் வார்ப்பு இரும்புப் பெட்டியில் இரண்டு வாயில்களுடன் இரு பற்சக்கரங்கள் காணப்படும். இவற்றில் ஒரு பற்சக்கரத்துடன், ஆற்றல் வெளியீட்டுத் தண்டு இணைக்கப்பட்டிருக்கும். நீர்மம் பெட்டியில் சுழன்று, சக்கரங்களை இயங்க வைக்கிறது. சக்கரங்கள் ஒன்றோடொன்று பிணைந்துள்ளமையால் சுழலாற்றல் எளிதில் கிடைக்கிறது.



படம் 3 பற்சக்கரப் பொறி வகைச் சுழல் செயல்படுத்தி

இயக்க வகைச் சுழல் செயல்படுத்தி. இயக்கிகள் வட்ட வடிவத்தில் சுருள்வில் தாங்கிகளோடு (spring loads) பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவையனைத்தும் ஒரு நீள்வட்ட அமைப்பிலிருக்கும். நீர்மம் அறையில் புகுந்து இயக்கிகளைச் சுழற்றிப் பின் வெளியேற்றுகிறது. இம்முனையில் மிகச் சிறந்த ஆற்றலும் எதிர் முறைத் திசை மாற்றமும் எளிதில் கிடைக்கும்.

- வெ. ஸ்ரீதர்

நீரியல் துள்ளல்

திறந்த பரப்புள்ள ஒரு நீர்மப் பாய்வில் திடீரென ஆழம் உயர்வது நீரியல் துள்ளல் (hydraulic jump) எனப்படுகிறது. நீரியல் துள்ளல் ஏற்படும்போது நீர் வரும் பக்கத்தில் மிகு வேகப் பாய்வும், குறைவான ஆழமும், நீர் போகும் பக்கத்தில் மிகு ஆழமும் குறை வேகப் பாய்வும் காணப்படும். நீர் வரும் பக்கத்தில் உள்ள பாய்வின் திசைவேகம் மாறுதானத் திசைவேகம் எனப்படும் அளவை விட மிகையாக இருந்தால் மட்டுமே நீரியல் துள்ளல் ஏற்பட முடியும். ஆழமற்ற நீரில் தோன்றும் ஒரு சிறிய நிறையீர்ப்பு அலையின் பரவல் திசைவேகம் $C = \sqrt{gh}$ என்பது மாறுதானத் திசைவேகத்தின் அளவாகும். இங்கு h என்பது ஆழம். மாறுதானத் திசைவேகத்தை விட மிகுதியான திசை வேகத்துடன் பாய்வதிலிருந்து, அதைவிடக் குறைவான வேகத்துடன் பாயும் நிலைக்கு மாறும்போது குறிப்பிடத்தக்க அளவில் ஆற்றல் வீணாக்கப்படும்.

- கே. என். ராமசந்திரன்

நீரியல் பொறியியல்

பொதுப் பொறியியலின் இன்றியமையாப் பகுதியான நீரியல் (hydraulics) நீர் உருவாகும்முறை, இடம் பெயர்தல், ஒரே இடத்திற்கு மீண்டும் திரும்பி வருதல், வானில் வளிமநிலையில் செயல்படுதல், குளிர் பகுதிகளில் பனிக்கட்டிகளாகப் படிதல், நதிகளில் நீர்ம நிலையில் நீரோட்டமாக இருத்தல், நிலத்தடி நீராக இருத்தல் ஆகியவை பற்றி விளக்கம் கூறும் அறிவியல் ஆகும். நீர்மவியல் சுழற்சி அல்லது நீரியல் சுழற்சி இயக்கம் நீரியலை முழுமையாக விவரிக்கிறது. நீர் கடலிலிருந்து சூரிய வெப்பத்தினால் ஆவியாகி வானில் மேகமாக மாறி ஊர்ந்து செல்கிறது. பின்னர் வெப்பநிலை மாற்றம், அழுத்த மாற்றம் ஆகியவற்றால் மழையாகப் பொழிந்து நதிகளின் மூலம் கடலை அடைகிறது. மற்றொரு பகுதி நிலத்தினடியில் சென்று அதன் மூலம் கடலை அடைந்து பின்னர் மீண்டும் கடலிலிருந்து ஆவியாகிறது. இதுவே நீரியல் சுழற்சி எனப்படுகிறது.

நடைமுறைப் பொறியியலில், நீரியல் பல துறைகளில் பயன்படுகிறது. நீர்த் தொடர்பான அணைக்கட்டு, பாலம், நீர்த்தேக்கம் ஆகியவற்றைக் கட்டும்போது கட்டுமானப் பணிகளைத் திட்ட வரையீடு செய்ய நீரியல் புள்ளி விவரங்கள் இன்றியமையாதவை. குடிநீர் வழங்கத் திட்டமிடும்போதும், தொழிற்சாலைகளுக்குத் தேவையான நீர் வழங்கத் திட்டமிடும்போதும் நீரியல் தகவல்கள் தேவைப்படுகின்றன. விவசாய நீர்ப்பாசனத் திட்டமிடலுக்கும், ஏற்ற பாசன வகையை முடிவு செய்யவும், பயிர் வகையை அறுதியிடவும் நீரியல் அறிவியல் பயன்படுகிறது. நீர்த்தேக்கங்களின் உதவியால் மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யப் பயனாகும் துணைக் கருவிகளை வரையறுக்க நீரியல் பொறியியல் உதவுகிறது. வெள்ளம் வரும் காலங்களைக்

கணக்கிட, வெள்ளத்தினால் ஏற்படும் இழப்புகளைத் தவிர்க்க, வெள்ளத் தடுப்புக் கட்டுமானப் பணி செய்ய நீரியல் புள்ளி விவரங்கள் பயன்படுகின்றன. நீர்வழிப் போக்குவரத்துத் துறையிலும், மண் அரிப்பு மற்றும் வண்டல் படிமானம் ஆகியவற்றைத் தவிர்க்கவும் தேவையான கணக்கீடுகளையும், நிர்வாக முறையையும் நீரியல் பொறியியல் அளிக்கிறது. நீர்த் தூய்மைக்கேட்டைக் கட்டுப்படுத்தும் செயல்பாடுகளுக்குத் தேவையான நீர் அளவு, தரம் முதலியவற்றை நீரியல் பொறியியல் கண்டறிந்து தருகிறது.

நீரியல் பொறியியல் முதலில் வானிலை நீரியல் பற்றி விவரிக்கிறது. புவியைச் சுற்றிலும் உள்ள காற்று மண்டலமும், அதன் தன்மையும் காலத்திற்கும், இடத்திற்கும் தக்கவாறு எவ்வாறு மாற்றமடைகின்றன எனக் கூறுகிறது. காற்று மண்டலத்தில் உள்ள நீர், பனி, தூசி, புகை, உப்பு ஆகியவை சூரிய ஒளியை எதிரொளிப்பதால் பல்நிற மேகங்கள் தோன்றுகின்றன. வளி மண்டலத்தில் உள்ள ஓசோன், தீமை தரக்கூடிய கதிர் வீச்சுகள் புவியைத் தாக்காதவாறு தடுக்கிறது. மேலும் வளி மண்டலத்திலிருக்கும் கார்பன் டை ஆக்சைடு தாவரத்திற்கு உதவுகிறது. இது கழிவுப் பொருளாகவும், எரிந்த பொருள்களின் கழிவாகவும் மாறுகிறது. வளி மண்டலத்தில் முக்கிய பகுதி நீர்ப் புகையாகும். இதன் அழுத்தத்தைக் கணக்கிடுவதன் மூலம் வளி மண்டலத்தில் உள்ள நீர் அளவினைக் காணலாம். காற்று மண்டலம் புவியைச் சுற்றிலும் டிரோப்போஸ்ஃபியர், ஸ்ட்ரெட்டோஸ்ஃபியர், மெசோ ஸ்ஃபியர், ஐயனோஸ்ஃபியர் என்ற பல பிரிவுகளாக உள்ளது. ஒவ்வொரு பிரிவும் பல வேலைகளைச் செய்வதன் மூலம் தட்பவெப்ப நிலைகள் மாறுபட்டு இயங்குகின்றன. சூரிய வெப்பம், இம்மண்டலங்களால் ஒரு பகுதி உட்கொள்ளப்பட்டுப் பெரும் பகுதி திருப்பி அனுப்பப்படுகிறது. புவியின் சுழற்சியாலும் காற்று மண்டலப் பிரிவாலும் பருவ மழையும், பருவக்காற்றும் ஏற்படுகின்றன.

மழை, நீர், காற்று மண்டலத்தில் நான்கு கட்டங்களாக உருவாகிறது. முதலில் காற்றின் ஈரத் தன்மையால் மேகங்கள் திரள்கின்றன. பின்னர், வெப்பம் குறைந்த நிலையில் நீர் முழுவதும் பெற்றுள்ள மேகங்களாகின்றன. மூன்றாம் கட்டமாக நீர் ஈர்க்கும் தன்மையுள்ள துக்ள்களின் மூலம் வளிம நிலையிலிருந்து நீர்ம நிலைக்கு மாறுகின்றன. நான்காம் நிலையில் நீர்த் துகளிகள் கவரும் தன்மையால் பெரும் மழைத் துளிகளாக நிலத்தை நோக்கி விழுகின்றன. இம்மழை நீர், தூறல், மழை, பனிக்கட்டி மழை, பனி மஞ்சு, மூடுபனி, உறைபனி எனப் பல பெயர்களில் பல வடிவங்களில் நிலத்தை அடைகிறது. இடத்திற்கும், காற்று மண்டல அழுத்தத்திற்கும் ஏற்றவாறு பல வகையில் மாறுபட்டு உருவாகிறது.

மழை நீரைத் தானியங்கி முறையில் அமைக்கப்பட்ட மழை அளவியில் அளந்து வரைபடங்களில் வரைந்து மழை நீரின் அளவு, நேரம் முதலியவற்றை அறிந்து கொள்ளலாம். இதேபோல் வளி மண்டலத்தின் பல்வேறு நடவடிக்கைகளையும் கணக்கிட்டு அளவீடு செய்யலாம். வளி அழுத்தம், அழுத்த அளவியின் மூலம் அளக்கப்படுகிறது. காற்றின் வேகம் வேக அளவி (ananemameter) மூலமும், சூரிய வெப்பம் வெப்ப அளவியின் மூலமும் ஈரப்பதம் ஈரப்பத அளவியின் மூலமும், கதிர்வீச்சு ரேடியோ அளவி மூலமும், சூரிய ஒளி கண்ணாடிக் கோளம் உடைய பதிப்பான் மூலமும், ஆவியாகும் நீரின் அளவு அதற்கான தட்டுக் கருவிகளின் மூலமும் அளக்கப்படும். ஒவ்வோர் இடத்திலும் இவ்வாறு பதிவு செய்யப்படும் அளவுகள் அவ்விடத்தின் சூழ்நிலைக்கேற்ப மாறுபட்டிருக்கும். எந்த ஒரு நீரியல் பொறியியல் கணக்கீட்டிற்கும் இந்தப் புள்ளி விபரங்கள் தேவைப்படும்.

நீர் கிடைக்கும் அளவு, நீர்த் தேவை அளவு இரண்டையும் கணக்கிட்டுப் பின்னர் நீர்த் தொடர்புடைய திட்டத்தைத் தொடங்க வேண்டும். நீர் மிகுந்திருப்பின் சேமிக்க வழி காண வேண்டும். நீர்த்தேவையை விடக் குறைவாக நீர் கிடைப்பின் சிறந்த நிர்வாகத்தின் மூலம் தேவையை நிறைவு செய்யும் வழிவகையைக் காணவேண்டும்.

முதலில் ஒரு திட்டத்திற்குத் தேவையான நீர் கிடைக்கும் வழியைக் கண்டறிய வேண்டும். இவை நதி நீர், மழை நீர், நிலத்தடி நீர், வெள்ள நீர், தாழ் நிலப் பரப்பில் தேங்கும் நீர் எனப் பலவாறாக இருக்கலாம். இவையனைத்தையும் பலவகையான துணைக்கருவிகளின் உதவியால் கணக்கிடவும், ஏற்படக்கூடிய இழப்புகளின் அளவைக் கணக்கிடவும் நீரியல் பொறியியலின் பெரும் பகுதி உதவுகிறது. மழை நீர் அளவு, அம்மழை நீரைச் சேமித்து அனுப்பும் சேகரிப்புப் பகுதிகளின் தன்மை, அவற்றைக் கணக்கிடும் முறை, அவ்விடத்தில் இதற்கு முன்னால் பல ஆண்டுகளாக எடுக்கப்பட்ட அளவுகள் ஆகிய விபரங்களையும் அறிய முடிகிறது. மழை நீர் நிலத்தில் ஓடும்போது அதனை அளக்கப் பலமுறைகள் உள்ளன. இவ்வாறு செல்லும் நீரின் ஒரு பகுதி நிலத்தின் அடியில் செல்கிறது. நிலத்தில் தன்மையைக் கொண்டு

கணக்கிடும் முறைகளும் உள்ளன. நிலத்தடி நீரின் இயக்கங்கள் மண்ணின் தன்மைக்கு ஏற்ப மாறுபடக்கூடியவை. இவற்றைப் பொறுத்தே கிணற்று நீரின் அளவுகளும் மாறுபடும். அளவுக்கு மேல் கிணற்று நீரைப் பயன்படுத்தினால் நிலத்தடி நீர் குறைவாகிப் பல தீங்குகள் நேரும். மழைக் காலங்களிலும், வெள்ளத்தின்போதும் கிடைக்கும் நீரை நிலத்தடியில் சேமிப்பது இன்றியமையாதது. இவை யாவும் நிலத்தடி நீரியல் பொறியியல் துறையின் கீழ் வரக்கூடியவை

நிலத்தின் மேற்பரப்பிலுள்ள நீர் மழையால் கிடைப்பதாகும். இதற்கான வரைபடங்கள் அமைத்து எதிர்காலத்தில் கிடைக்கக்கூடிய நீரின் அளவைக் கணக்கிடலாம். இதில் ஏற்படக்கூடிய இழப்புகளின் காரணங்களை அறிந்து சீரமைப்புச் செய்யலாம். மழையளவுகளைக் காட்டும் வரைபடங்கள் மிகுதியான தகவலை அளிப்பதால் அவை பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

வெள்ளம் ஏற்படும்போது ஏற்படும் நீர் அளவுகளைக் கடந்த கால அளவுகளின் மூலம் கணித்துக் கண்டுபிடிக்கலாம். வெள்ள நீர் செல்லும் வழிகளின் அளவு, வெள்ளத்தைத் தேக்கி வைக்கும் அணைக்கட்டுகளின் அளவு முதலியவற்றையும், அவை உருவாகும் காலத்தையும் அறிந்து வெள்ளத்தின் இயக்கங்களையும் அதனால் ஏற்படக்கூடிய விளைவுகளையும் கணக்கிடலாம். குறுகிய நேரத்தில் ஏற்படும் வெள்ளத்தை முன்னெச்சரிக்கை நடவடிக்கை எடுக்கவும் நீரியல் பொறியியல் உதவுகிறது.

நீரின் இயற்பிய வேதிக் குணங்கள் கெட்டு விடாமல் பாதுகாக்க வேண்டும். மழை நீரைத் தரம் குறையா வண்ணம் வளிமண்டல மாசுகள் இன்றிக் காக்க வேண்டும். நிலத்தில் விழுந்து ஓடும் நீரில் கழிவுப் பொருள்களும், கழிவு நீரும் மிகுதியாகச் சேராமல் கவனிக்க வேண்டும். நிலத்தடி நீரில் வேதி மாற்றம் ஏற்படாவண்ணம், உப்பு நீர், கழிவு நீருடன் கலவாது தடுக்க வேண்டும். நீர்வழிப் போக்குவரத்து ஊர்திகளாலும், தொழிற்சாலைக் கழிவுகளாலும் நீர் தூய்மை இழந்துவிடாமல் காக்க வேண்டும். நீரின் வெப்பநிலை மிகுதியாக மாறுபடக்கூடாது. இவை யாவும் நீரின் தரத்தைப் பற்றி விவரிக்கும் நீரியல் பொறியியலில் அடங்கும்.

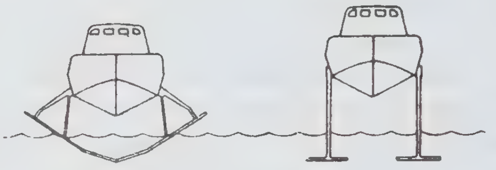
நீரியல் பொறியியல் வேளாண்மைத் துறைக்குப் பெரிதும் உதவுகிறது. பயிர்களுக்குத் தேவையான நீரின் அளவைக் கணக்கிட்டு மழை நீர் கிடைக்காதபோது வழங்கவும், நிலத்தின் தன்மைக்கு ஏற்பப் பயிர் செய்யவும், நீர் இருப்புக்குத் தகுந்தவாறு மாற்றுப் பயிர் செய்யவும், நில அரிப்பைத் தடுக்கவும், வண்டல் மிகுதியாகப் படிவதைத் தடுக்கவும் நீரியல் பொறியியல் வழிகாட்டுகிறது.

- ஏ.எஸ்.எஸ். சேகர்

நீரிலைக் கலம்

கி.பி. 1891 இல் நீரிலைக் கலத்தைப் (hydrofoil craft) பற்றிய ஆய்வு தொடங்கியது. 1906ஆம் ஆண்டில் என்ரிகோ ஃபார்லாநினி என்பாரால் 38 நாட் வேகங்கொண்ட நீரிலைக் கலம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ரஷ்யாவில் கட்டப்பட்ட முதல் நீரிலைக் கலம் 1957இல் சிசிலியிலிருந்து இத்தாலிக்குப் பயணமானது.

வகை. U அல்லது V வடிவ அடிப்புறத் துளைப்பு வகை, ஆழ்மூழ்கு வகை என இரு வகைக் கலங்கள் உள்ளன. இவற்றின் வேகம் உயர, உயர நீரைத் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் கலத்தின் அடிப்பகுதி குறைகிறது. இதனால் எந்த வேகத்திலும் எடையிலும் சமநிலை பாதுகாக்கப்படுகிறது. இக்கலங்கள் எளிமையான வையாகவும் திறன் குறைந்தவையாகவும் உள்ளன.



அடிப்புறத்துளைப்பு வகை

ஆழ்மூழ்கு வகை

இயக்கம். கடல் தள்ளுவிசை மூலம் இயங்கத் தொடங்கும் நீரிலைக்கலம், வேகம் பெறும்போது இதன் எடை இறக்கைகளுக்கு மாற்றப்படுகிறது. இறக்கைகளின் உந்துதலால் கலத்தின் அடிப்பகுதி நீரைவிட்டு உயரே தூக்கப்படுகிறது. நீரிலைக்கலம் பற்றிய ஆய்விற்கு இறக்கை தொடர்பான கணக்கீடுகள் மிகவும் இன்றியமையாதவை.

- வெங்கடேசன்

நீரிழிவு நோய்

குளுக்கோஸ் கலந்த சிறுநீர் மிகையாக வெளிப்படுவதையே நீரிழிவு நோய் அல்லது சர்க்கரை நோய் (diabetes mellitus) என்பர். மெல்லிட்டஸ் (mellitus) என்றால் 'இனிப்பு' என்று பொருள். மற்றொரு வகையான சுவையிலி நீரிழிவு (diabetes insipidus) நோயில் சுவையற்ற சிறுநீர் மிகையாக வெளிப்படும். சர்க்கரை நீரிழிவு நோய் பெரும்பாலும் பரம்பரையாக வருகிறது. ஆனால் குழந்தைகள் இந்நோயுடன் பிறப்பதில்லை.

நோய்த் தொடக்கக்கூறுகளாக மிகை உணவு, கொழுத்த உடல், சோம்பல் ஆகியன அமைகின்றன. பெரும்பாலும் 35 வயதுக்கு மேற்பட்டோரிடமே இந்நோய் நிலை காணப்படுகிறது. சிலபோது நிறை இளம் பருவத்தினர் பாதிக்கப்படுகின்றனர்.

மேற்கூறிய பரம்பரைச் கூறு தவிர, சில நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் சீர்கேடாலும் இந்நோய் தோன்றுகிறது. அட்ரினல் சுரப்பியும், தைராய்டு சுரப்பியும், பிட்யூட்டரி சுரப்பியும் தேவைக்கு மேல் செயல்படுதல், கணைய நோய் ஆகியவற்றாலும் நீரிழிவு நோய் ஏற்படுகிறது.

இந்நோய் தோன்றுவதற்கு மிக முக்கியமான காரணம், இன்சுலின் குறைவாகச் சுரக்கப்படுவதேயாகும். இன்சுலின் ஹார்மோன், கணையத்திலுள்ள லாங்கர்ஹான்ஸ் பீட்டா திட்டுகளினால் சுரக்கப்படுகிறது. சரியான அளவில் இன்சுலின் சுரக்கப்பட்டால், குருதியில் சர்க்கரையின் அளவு 80-120மி.கி% என்றுள்ளது. இன்சுலின் சுரப்பைப் பொறுத்துச் சர்க்கரையின் அளவு குருதியில் அதிகரிக்கவோ குறையவோ செய்கிறது. இன்சுலின் குறையும்போது கொழுப்புகளும், புரதங்களும், குளுக்கோசாக மாற்றப்படுகின்றன. அப்போது குளுக்கோஸ் சிறுநீரில் வெளிப்பட்டு நீரிழிவு நோய் உண்டாகின்றது.

இன்சுலின் சரியான அளவில் இருந்தால் திசுக்களில் குளுக்கோஸ் நன்கு பயன்படுகிறது. இன்சுலின் அளவு குறையும்போது கார்போஹைட்ரேட் மிகையாகத் தேங்குகிறது. இதனால் திசுக்கள், குளுக்கோசைக் குறைவாக உட்கவர்கின்றன. கொழுப்பு, புரதம் ஆகியவற்றிலிருந்து குளுக்கோஸ் உருவாகிறது. சேமிக்கப்பட்டிருந்த கிளைகோஜனின் அளவு குறைகிறது. இதனால் குருதியில் குளுகோசின் அளவு அதிகரித்து, சிறுநீரில் வெளிப்படுகிறது. மிகையாகச் சிறுநீர் வெளிப்படல், மிகையான தாகம், பெரும்பசி, உடல் வலிவின்மை, எடையிழப்பு, காயங்கள் ஆறாமை, கை கால்வலி ஆகியன நோயின் அறிகுறிகளாகும்.

ஆய்வுகள்

சிறுநீர். ஒப்படர்வு எண் 1.020; அமில நிலை, பெனிடிக்டின் ஆய்வு நேர்மறையாக இருக்கிறது. (பெனிடிக்டின் கரைசலில் சிறுநீரை இட்டுக் கொதிக்க வைத்தால் நீல நிறமாகவோ, பச்சையாகவோ, மஞ்சளாகவோ, சிவப்பாகவோ குளுகோசின் அளவைப் பொறுத்து நிறம் மாறுகிறது.) நீரிழிவு நோயின் தீவிர நிலையில் அசெட்டோனும் சிறுநீரில் காணப்படுகிறது.

குருதி. சர்க்கரை 100 மி.லி. குருதியில் 120 மி.கிராமுக்கு மேல் இருக்கிறது. உணவிற்கு முன்பும் பின்பும் குருதியில் சர்க்கரையின் அளவைக் கணிப்பது சிறந்தது.

நோய் விளைவுகள். பொதுவாக, குருதித் தமனி நாளங்கள் கடினமடைந்து உட்துளை அளவு குறைகிறது. இது இதய, மூளை நாளங்களைப் பாதிக்கும்போது சிக்கல்கள் தோன்றுகின்றன. சிறுநீரகம் பாதிக்கப்படுகிறது. கண்கள் பாதிக்கப்பட்டு, கண்ணின் விழித்திரையில் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. நரம்பு மண்டலப் பாதிப்புகளில் புற நரம்பழற்சி குறிப்பிடத்தக்கது. சிறுநீர் பிரிவதில் அடக்கலாமை, மந்தமான கண் பார்வை, ஆண்களில் வீரியக் குறைவு, சூலுற்ற பெண்களில் கருச்சிதைவு, இறந்து ஊனத்துடனும் பிறக்கும் குழந்தைகள், நுண்ணுயிர்ப் பாதிப்புகள் ஆகியன சிக்கல்களாகும். சிறுநீரில் சர்க்கரை காணப்பட்டால் சர்க்கரை நீரிழிவு நோய் எனக் கொள்ளக்கூடாது. உணவுப் பழக்கவழக்க மாற்றங்களிலும், சிறுநீரகக் கோளாறுகளிலும், சூழ்நிலையிலும், உணர்ச்சி மேலிடும் போதும், நாளமில்லாச் சுரப்பி நோய்களிலும் சிறுநீரில் சர்க்கரை காணப்படலாம். உரிய ஆய்வுகள் செய்து இன்சுலின் குறைவால் ஏற்படும் சர்க்கரை நோயே எனக் கண்டு மருத்துவம் தர வேண்டும்.

பெரும்பாலான நோயாளிகள் உணவுக் கட்டுப்பாட்டின் மூலமும், ஏற்ற உடற் பயிற்சி மூலமும் இந்நோயிலிருந்து விடுபடுவர். இது முடியாதபோது இன்சுலின் ஊசியும், மாத்திரைகளும் தேவைப்படுகின்றன. இன்சுலின் ஊசி, சல்ஃபனைல்யூரியா, பைகுவானைடு ஆகிய மாத்திரைகளின் அளவு குருதியில் சர்க்கரையின் அளவைப் பொறுத்து அமையும்.

- *மு.கி. பழனியப்பன்*

நீரிழிவு நோயும் அறுவையும்

நீரிழிவு நோயாளிக்கு அறுவை மருத்துவம் செய்யும்போது இந்நோயையும், இதனால் ஏற்படும் சிக்கல்களையும், அதைத் தவிர்க்க கூடிய முறைகளையும் அறிந்திருக்க வேண்டும். இந்நோய் ஏற்படுத்தும் புரதக் கொழுப்பு, சர்க்கரைப் பொருள்களின் வளர்சிதை மாற்றங்களையும், இந்நோயினால் ஏற்படும் தொற்று, புன்கலன் நோய்கள், நரம்புப் பாதிப்பு ஆகியவற்றை உடனடி சிகிச்சை செய்யவும், அறுவை மருத்துவம், மயக்க மருந்துகள் நீரிழிவு நோயை உண்டாக்குவதையும் தெளிவாக அறிதல் தேவை. நீரிழிவு நோயில் ஏற்படும் சர்க்கரை மிகுதியும் குறைவும் மயக்கத்தை ஏற்படுத்துவதால் விபத்தில் மயக்கம் அடைந்தோரிடம் இதனை ஆய்வு செய்வது நல்லது.

தகுந்த அளவில் இன்சுலின் கொடுக்காவிடில் குருதியில் சர்க்கரை அளவு மிகுவதுடன், சர்க்கரை தசைக்கும் செல்லாமல் கொழுப்பாகவும் மாற முடியாமல் உள்ளது. ஈரலிலிருந்து குளுக்கோஸ் வெளியேறுவதுடன், கொழுப்புச் சிதைவு உண்டாகிக் கீட்டோன் பொருள்கள் சிறுநீரில் காணப்படுவதுடன் கீட்டோ அமிலத்தன்மை (keto acidosis) உண்டாகிறது.

திட்டமிட்ட அறுவையில் நோயாளியை இன்சுலின் கொடுத்துக் கட்டுக்குள் வைப்பதுடன் அறுவைக்கு முன்னும் பின்னும் குருதி, சிறுநீர் ஆகியவற்றை ஆய்வு செய்து சரியான அளவில் இன்சுலின் கொடுக்க வேண்டும்.

உடனடியாகச் செய்யப்பட வேண்டிய அவசர அறுவையில் குருதியில் அசெட்டோன் அயனிகள், சர்க்கரை, யூரியா முதலியவற்றுடன் சிறுநீரில் அசெட்டோன், சர்க்கரை ஆகியவற்றின் அளவையும் ஆய்ந்து தகுந்த அளவு இன்சுலினும், குளுக்கோசும் கொடுத்துப் பின் அறுவை மேற்கொள்ள வேண்டும். பின் அறுவை மருத்துவமாக இன்சுலினைத் தொடர்ந்து கொடுக்க வேண்டும்.

நீரிழிவு நோயால் வரும் சிக்கல்கள்

1. புன்கலன் சிக்கல்கள்: அதிரோஸ்கிலிரோசிஸ் போன்ற தமனித்தடை நோய் காணப்படுவதுடன் குறிப்பிட்ட பகுதியில் குருதி ஓட்டக் குறைவும் ஏற்படும்.
2. நரம்புப் பாதிப்பால் உணர்ச்சிக் குறைவு உண்டாகிச் சிறுசிறு புண்கள் கை, கால்களில் ஏற்படலாம்.
3. இ.கோலை, இ.ஸ்டெஃபைலோ காக்கஸ் ஆரியஸ், காளான் போன்ற தொற்று எளிதில் தொற்றிக் கொள்ளும்.
4. குருதியில் உள்ள அதிக சர்க்கரை, திசுக்களில் காணப்படுதல், நலிவு, குருதிக் குறைவு போன்றவை தொற்று வளர உதவுகின்றன.

மருத்துவம். சிறு காயம் மற்றும் புண்களைத் தூய்மையாகக் கழுவி மருந்திட்டுப் பாதுகாக்க வேண்டும். சிறுநீர் ஆய்வு, குருதியில் சர்க்கரை அளவு ஆகியவற்றை ஆராய்ந்து இன்சுலின் கொடுப்பதுடன் தக்க நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள் அளித்து நலமாகாவிடில் புண் புரை ஓடிக் கை, கால்களை இழக்க நேரிடலாம்.

- மா.ஜெ. ஃபிரெடெரிக் ஜோசப்

நீரின் வன்மை

இயற்கையில் நீர் பெருமளவில் கிடைக்கிறது. நீர் குடிப்பதற்கும், ஆய்வக, தொழிலக, வீட்டுப் பயன்பாடுகளிலும் முக்கியமானதாகும். சில பகுதிகளில் கிடைக்கும் நீரில் சோப்பு எளிதில் கரைந்து நுரையைத் தரும். இந்நீரை நுரை தரும் நீர் அல்லது மென்னீர் (soft water) என்றும், சோப்புக் கரைசலுடன் நுரையை எளிதில் கொடுக்காமல் வெண்ணிற வீழ்படிவை உண்டாக்கும் நீரை நுரை தரா நீர் அல்லது வன்னீர் (hard water) என்றும் குறிக்கலாம்.

வன்னீர் இரு வகைப்படும். கொதிக்க வைப்பதால் மென்னீராக மாறும் வன்னீரைத் தற்காலிக வன்னீர் (temporary hard water) எனவும், மென்னீராக மாறாத வன்னீரை நிலை வன்னீர் (permanent hard water) எனவும் குறிப்பிடலாம். நீரின் வன்தன்மைக்குக் காரணம் அதில் கரைந்துள்ள சில உப்புகளேயாகும். நீரில் கால்சியம், மக்னீசியம் ஆகியவற்றின் பைகார்பனேட்டுகள் கரைந்திருந்தால் அது தற்காலிக வன்னீராகவும், அதே உலோகங்களின் சல்ஃபேட், குளோரைடு உப்புகள் கரைந்திருந்தால் அது நிலை வன்னீராகவும் அமையும்.

தொழிற்சாலைகளில் நீராவியை உருவாக்கும் கொதிகலன்களில் வன்னீரைப் பயன்படுத்தினால், வன்னீரில் உள்ள உப்புகள் சிதைவுற்று உண்டாகும் பொருள்கள் கொதிகலன்களில் உட்பக்கத்தில் வினைபுரிந்து அதை அரித்துவிடுகின்றன. இவை கொதிகலச் செதில்கள் (boiler scales) எனப்படும். இச்செதில்கள் அரிதில் கடத்தியாகையால் எரிபொருள் மிகுதியும் வீணாகிறது. மேலும் கொதிகலத்தினுள் வெப்பம் சீராகச் செலுத்தப்படாமல், அக்கலம் வெடிக்கும் வாய்ப்பும் உண்டு. எனவே, கொதிகலன்களில் மென்னீர் மட்டுமே பயன்படுத்தப்பட வேண்டும். சலவைத் தொழிலில் வன்னீரைப் பயன்படுத்தினால் மிகுதியான சோப்பு வீணாகும். எனவே, தொழிற்சாலைப் பயனிற்கு வன்னீரை மென்னீராக்க வேண்டிய தேவை ஏற்படுகிறது. தற்காலிக வன்னீரை, மென்னீராக்கப் பல வழிமுறைகள் கையாளப்படும். அவற்றுள் சில வருமாறு:

கொதிக்க வைத்தல். தற்காலிக வன்னீரைக் கொதிக்க வைப்பதால், அதில் கரைந்துள்ள கால்சியம் கார்போனேட், மக்னீசியம் பைகார்போனேட் சிதைவுற்று, அவ்வுலோகங்களின் கார்போனேட்டுகள் உருவாகி வீழ்படிவாகின்றன. கார்பன் டைஆக்சைடு வளிமமும் வெளியேறுகிறது.

கிளார்க் முறை. தற்காலிக வன்னீருடன் தேவைப்பட்ட அளவு சுண்ணாம்பு நீரைச் சேர்ப்பது மற்றொரு வழிமுறை. கரைந்த நிலையிலான பைகார்போனேட்டுகள், வேதிவினைக்குட்பட்டுக் கரையாத கார்போனேட்டுகளாக மாற்றப்பட்டு வீழ்படிவாகின்றன. இதன் மூலம் தற்காலிக வன்னீர் மென்னீராக மாற்றப்படுகிறது.

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2CaCO_3 + 2H_2O$$
$$Mg(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow MgCO_3 + CaCO_3 + 2H_2O$$

சுண்ணாம்பு நீரை அளவுக்கு அதிகமாகச் சேர்த்தால், தற்காலிக வன்னீர் நிலை வன்னீராக மாறிவிடும்.

நிலை வன்னீரை மென்னீராக்கப் பின்வரும் வழிமுறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

நிலை வன்னீருடன் சோடியம் கார்போனேட் (சலவை சோடா) கரைசலைச் சேர்ப்பதால் கால்சியம், மக்னீசியம் ஆகியவற்றின் கார்போனேட்டுகள் உருவாகி வீழ்படிவாகப் படிகின்றன. Mg^{2+}, Ca^{2+} அயனிகள் மட்டுமன்றி Fe^{2+}, Fe^{3+} அயனிகள் நீரில் இருக்க நேர்ந்தாலும் நீருக்குக் கடினத் தன்மை உண்டாகிறது.

அயனிப் பரிமாற்ற முறை. இந்த வழிமுறை கடினத்தன்மையை நீக்குவதுடன் பிற மாசுகளையும் நீக்குவதால் ஆய்வுச் சாலைக்குத் தேவையான நீரை இம்முறையில் தூய்மைப்படுத்துகின்றனர். குறைந்த காலத்தில் அதிக அளவு தூய்மையான நீரை இம்முறையில் பெறலாம்.

தற்காலத்தில் இம்முறையில், தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட ரெசின் அல்லது பல்லுறுப்பிச் சேர்மங்கள் பயன்படுகின்றன. இவ்வகைச் சேர்மங்களுக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு, சல்ஃபோனிக் தொகுதி சேர்க்கப்பட்ட பாலிஸ்டைரீனாகும். இச்சேர்மத்தில் எதிரயனிகள் (anions) நகராமலும், இம்மூலக்கூறுகளில் உள்ள இடைவெளிகளில் நேரயனிகள் (cations) (பொதுவாக Na^+) இயக்கமுறு நிலையிலும் இருக்கும்.

திண்ம நிலையிலுள்ள இச்சேர்மங்களினூடாக வன்னீரைச் செலுத்தினால், வன்னீரிலுள்ள Mg^{2+} அல்லது Ca^{2+} அயனிகள் இயக்கமுறு சோடியம் அயனியால் பதிலீடு செய்யப்படும். சோடியத்தின் உப்புகள் நீருக்குக் கடினத்தன்மையைக் கொடுப்பதில்லை. எனவே இச்சேர்மங்கள் அடைத்து நிரப்பிய குழாயின் வழியாக வன்னீரைச் செலுத்தினால் வெளிவரும் நீர் மென்னீராகிறது.

இவ்வாறு நீரைச் செலுத்திக் கொண்டேயிருப்பதால், சேர்மத்திலுள்ள இயக்கமுறு சோடியம் அயனிகள் முழுவதும் Mg^{2+}, Ca^{2+} அல்லது மற்றப் பல்லிணைத்திறன் அயனிகளால் பதிலீடு செய்யப்படும். பின் இச்சேர்மம் வன்னீரை மென்னீராக்கும் திறனை இழந்துவிடும். அச்சமயத்தில் இக்குழாயில் உள்ள சேர்மத்தினூடே செறிவு மிகுந்த சோடியம் குளோரைடு கரைசல் செலுத்தப்படுகிறது. இடைவெளிகளில் உள்ள பல்லிணைத்திறன் அயனிகளை மீண்டும் வெளியேற்றிச் சோடியம் அயனிகள் அவ்விடங்களை அடைத்துக் கொள்கின்றன. வன்னீரை மென்னீராக்க இச்சேர்மம் மீளவும் பயன்படுகிறது.

இவ்வாறே அடர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தைச் செலுத்தினால், இடைவெளிகளில் இயக்கமுறு ஹைட்ரஜன் அயனிகள் அடைத்துக் கொள்கின்றன. இச்சேர்மத்தினூடாக வன்னீரைச் செலுத்தும்போது Mg^{2+}, Ca^{2+} போன்ற நீக்கப்பட வேண்டிய அயனிகள் H^+ அயனிகளால் பதிலீடு செய்யப்படுகின்றன. இதுபோலவே நீக்கப்படவேண்டிய SO_4^-, Cl^-, HCO_3^- போன்ற எதிரயனிகள் OH^- அயனிகளால் பதிலீடு செய்யப்பட இயலும்.

தற்காலத்தில் நீரைத் தூய்மைப்படுத்தப் பயனாகும் அயனிப் பரிமாற்றக் கருவி இரு பகுதிகளாக இருக்கும். முதல் பகுதி எதிரயனிப் பரிமாற்றப் பகுதியாகும். இக்கருவியில் வைக்கப்பட்டுள்ள ரெசின் வழியே நீரைச் செலுத்தும்போது, நீரிலுள்ள எதிரயனிகள் H^+ அயனியால் பதிலீடு செய்யப்படுகின்றன. பின் நேரயனிப் பரிமாற்றப் பகுதியாகிய இரண்டாம் பகுதியில் வைக்கப்பட்ட ரெசின் வழியே நீர் செலுத்தப்படுகிறது. இங்கு நீக்கப்பட வேண்டிய அனைத்து எதிரயனிகளும் OH^- அயனியால் பதிலீடு செய்யப்படுகின்றன. முதல் பகுதியில் பதிலீடு செய்த H^+ அயனிகளும், இரண்டாம் பகுதியில் பதிலீடு செய்த OH^- அயனிகளும் இணைந்து எளிதில் அயனியுறா நீர் மூலக்கூறுகளாக மாறுகின்றன.

இவ்வாறு அனைத்து அயனிகளும் நீக்கப்படுவதால் மிகத் தூய நீர் கிடைக்கிறது. எனவே, ஆய்வுச் சாலைக்கு வேண்டிய தூய நீரைப் பெறச் சாதாரண நீரைக் காய்ச்சி வடிக்க வேண்டிய தேவையில்லை.

- பி. சுசீலா

நீரும் ஆவியும்

காற்றிலும் நீரிலும் உள்ள நீர் மூலக்கூறுகள் இடையறாது இயங்கியவண்ணம் இருக்கின்றன. நீர்ப்பரப்பிலிருந்து மிகுந்த அளவு நீர் மூலக்கூறுகள் ஆவி வடியில் காற்றினுட் செல்லும். பின்னர் காற்றிலிருந்து நீர் மூலக்கூறுகள் நிலப்பரப்பினுட் செல்லும். நீர்ப்பரப்பிலிருந்து நீராவியாவது நீரியக்கவியல் சுழற்சியின் ஒரு கூறாகும். ஆறு, ஏரி, குளம், குட்டை, கடல் ஆகியவற்றிலிருந்து நீர் ஆவியாகி, மேகமாகி, வளிமண்டலத்தில் காற்று, வெப்பம்

ஆகியவற்றின் தாக்கத்தால் மழை பொழிகிறது. ஆகவே இவ்விரண்டில் ஆவியாவது முதலா அல்லது மழை முதலா என்று கூற இயலாத அளவுக்கு இவை நெருங்கிய தொடர்புடையன. நீர் ஆவியாவதும், மழை பொழிவதும் இயற்கையில் தொடர்ந்து நடைபெற்றால்தான் உயிர்கள் வாழ முடியும். இத்தகு சிறப்பு வாய்ந்த ஆவியாக்கத்தின் நுணுக்கத்தினை அறிந்து கொள்ளுதல் இன்றியமையாதது. நீர் நிலைகளிலிருந்து நீர் ஆவியாவதன் அளவு, தட்பவெப்ப நிலைகளை ஒத்து மாறுபடுகிறது. இவ்வாறு ஆவியாகும் நீரின் அளவைத் துல்லியமாக மதிப்பிடுதல் நீர்வளத்தைச் சீரியமுறையில் பேணுவதற்கும், பயன்படுத்துவதற்கும் மிகவும் தேவையாகும்.

நீர்ப்பரப்பிலிருந்து நீர் ஆவியாகும் அளவை ஒத்து, நீர் வளங்களின் பயன்பாடு அமைகிறது. நீர்த்தேக்கங்களிலிருந்து ஆவியாவதின் மூலம் ஏற்படும் இழப்பினை மதிப்பிட்டு நீர்த்தேக்கத்திலிருந்து நீரைப் பயன்படுத்துவதை முறைப்படுத்தலாம். எனவே, ஏரி, நீர்த்தேக்கங்கள் முதலியவற்றிலிருந்து ஆவியாகும் நீரின் அளவைச் சிறப்புற மதிப்பிடுதல் மிகவும் இன்றியமையாததாகிறது.

நீர் ஆவியாக்கத்தை அளக்கும் முறை. பெரும் நீர்ப்பரப்பில் நிகழும் நீராவியாக்கத்தை ஏனைய தட்பவெப்ப இயல்களான வெப்பம், காற்றின் வேகம், ஈரப்பதம் முதலியவற்றை அளப்பது போல் நேரடியாக அளவிட இயலாது. இதனைத் துல்லியமாக அளக்க, சூரிய ஒளியின் கதிரியக்கம், வளி வெப்பம், ஆவியாகும் பரப்பின் வெப்பம், காற்றின் வேகம், ஆவியாகும் பரப்பின் வெப்பத்தின் உச்ச ஆவியழுத்தத்திற்கும், காற்றின் உண்மையான ஆவியழுத்தத்திற்கும் உள்ள வேறுபாடு, வளியழுத்தம் ஆவியாகும் பரப்பின் தன்மை, அதன் ஆழம், பருமன், நீர்நிலை, உருவம், அதன் சுற்றுப்புறத்தின் தன்மை, நீர் நிலையில் வளரும் தாவரங்கள், மாசுகள் ஆகியன கவனிக்க வேண்டியவை.

ஏரிக்-கொப்புரைக் குணகங்கள். கொப்புரையில் ஆண்டுக்கு ஆவியாகும் நீரின் அளவைக் குறித்து ஓர் உயரிய குணகத்தின் மூலம் ஏரியிலிருந்து நீர் ஆவியாகும் அளவை நம்பகமாக மதிப்பிடலாம். ஒரு கொப்புரையில் நீர் ஆவியாவதற்கும், ஏரியில் நீர் ஆவியாவதற்கும் தொடர்புண்டு எனும் அடிப்படையில் இது செயல்படுகிறது.

இந்தியாவில் மழை பெய்யும் பாங்கினைக் கவனித்தால் ஆண்டு மழையளவு இதன் வடபகுதியில் இடமிருந்து வலப்புறத்தில் மிகுதியாவதும் முந்நீரகப் பகுதியில் வலப்புறமிருந்து இடப்புறம் மிகுதியாவதும் புலப்படும். மாத மற்றும் ஆண்டு ஆவியாக்க அளவு வடபகுதியில் மேற்கிலிருந்து கிழக்குப் பகுதியில் குறைவதும், தென்பகுதியில் கிழக்கிலிருந்து மேற்குப் பகுதியில் குறைவதும் புலனாகும்.

நீர்நிலைகளிலிருந்து ஆவியாகும் அளவு தட்பவெப்பவியலுக்கு ஏற்ப மாறுபடுகிறது. ஆவியாகும் அளவினைக் குறைப்பது விரைந்து பெருகும் மக்கள் தேவைகளை நிறைவு செய்யும். நீர்த்தேக்கங்களில் ஒரு மூலக்கூறுடைய நீர்மங்களைத் தூவி நீராவியாகும் அளவைக் குறைக்கும் வாய்ப்புள்ளது. இது தேங்கிய நீர்ப் பகுதிக்கே பயன்படும். பாயும் நீர்ப்பகுதிக்கும் அலை மிகுந்த பரப்புக்கும் இந்நீர்மம் அலைக்கழிக்கப்படுவதால் இது பயன்படாது.

ஒரு நாட்டின் நீர்வளத்தின் பெரும்பகுதி பாசனத்திற்குப் பயன்படுகிறது. பயிர்களின் நீர்த்தேவையில் நீராவியாக்கம் பிரிக்க இயலாதது. பயிருக்குப் பாசனம் செய்யும்போது அது விளையும் நிலத்திற்கே நீரிடுவர். பயிர் முளைத்து நன்கு வளர்ந்து நிலப்பரப்பை மூடும் வரை, மண் பரப்பிலிருந்து நீர் ஆவியாகிறது. இதையடுத்து, இலை நீராவி ஓங்கியிருக்கும். எனினும், நிலப்பரப்பிலிருந்து நீர் ஆவியாவதும் தொடர்கிறது. எனவே, பயிருக்குப் பாசனம் செய்வதில் நீர் ஆவியாவதும் பெரும் பங்காற்றுவதால் பயிர்களின் நீர்த்தேவைக்கு இதையறிவது தேவையாகிறது.

- கே. ஆர். திருவேங்கடசாமி

நீரும் கால்நடையும்

சர்க்கரைச் சத்து, புரதம், கொழுப்புப் போன்றே கால்நடைகளுக்குக் குடிநீரும் இன்றியமையாததாகும். எந்தவோர் உயிரினமும் உடலில் உள்ள அனைத்துக் கொழுப்புச் சத்தையோ சரிபாதி புரதத்தையோ இழந்தால் கூட உயிர்வாழ முடியும்; ஆனால் 20% நீர் குறைவு ஏற்பட்டால் அந்த உயிரினம் உயிரிழக்க நேரிடும். கால்நடைகளின் உடல் எடையில் 70%உம் பாலில் 87%உம் நீர் உள்ள உடற்திசுக்களில் பெரும்பங்காற்றும் தூயநீர் கால்நடைகளுக்குப் போதுமான அளவில் எப்போதும் கிடைக்க வேண்டும்.

நீரின் இன்றியமையாமை. கால்நடைகள் உட்கொள்ளும் சத்துப் பொருள்களைக் கரைத்து நுண்ணிய உருவிலே உடலின் பல்வேறு பகுதிகளுக்கு எடுத்துச் செல்ல நீர் மிகத் தேவை. உட்கொள்ளப்பட்ட தீவனத்தை அசைபோட்டு நன்கு செரிக்கும் வகையில் அரைப்பதற்கும் நீர் வேண்டும். செரிக்கப்பட்ட ஊட்டச் சத்துப் பொருள்கள், குடற்சுவர் வழியே குருதிச் சுற்றோட்டத்தில்

கலப்பதற்கும் நீர் தேவையாகும். உடற்திசுக்களில் ஏற்படும் வளர்சிதைமாற்றத்தின் (metabolism) விளைவாக வெளியேறும் கழிவுப் பொருள்களைச் சாணம், சிறுநீர், வேர்வை மற்றும் சுவாசத்தின் வழியே வெளியேற்றுவதற்கு நீர் இன்றியமையாதது. இதன் மூலம் உடலின் நோய் எதிர்ப்பாற்றலைத் தேக்கி வைக்கவும் நீர் பயன்படுகிறது.

உடலின் வெப்பத்தைத் தோலின் வழியே ஆவியாவதன் மூலம் சீராக வைத்திருக்க நீர் உதவுகிறது. அதிக பால் உற்பத்தி செய்யும் கால்நடைகள் மிகுதியாகத் தீவனம் உட்கொள்வதால் வெளியேறும் மிகை வெப்பத்தை உடனடியாக வெளியேற்றவும் நீர் உதவுகிறது. குருதியின் வேதி இயைபில் நீர் பெருமளவாக இருப்பதோடு, அதன் அடர்த்தி எண்ணைக் (specific gravtiy) கட்டுப்படுத்தவும் உதவுகிறது. உடலின் பல்வேறு சுரப்புகள் நன்கு இயங்கவும் நீர் தேவையாகும்.

கால்நடைகளுக்கு நீர் கிடைக்கும் வழிகள். கால்நடைகளுக்குத் தேவைப்படும் நீர் மூன்று வழிகளில் கிடைக்கிறது. அவை தனியாக வழங்கப்படும் நீர், உட்கொள்ளும் ஈரப்பதமான தீவனத்தின் மூலம் கிடைக்கும் நீர், உடலில் விளையும் பல்வேறு சத்துப்பொருள்களின் வளர்சிதைமாற்றம் மூலமாக விளையும் நீர் என்பன.

பசுந்தீவனம், கிழங்கு வகைகளில் 75-90% நீர் உள்ளது. வைக்கோல், தானியம் போன்ற உலர் தீவனங்களிலும் 10-15% ஈரப்பதம் உள்ளது. இதேபோல் உடலில் 100 கிராம் ஊட்டச்சத்துப் பொருள் வளர்சிதை மாற்றமடையும்போது, அது புரதமெனில் 42 கிராம் நீரும் கொழுப்பெனில் 100 கிராம் நீரும் சர்க்கரைச் சத்தெனில் 60 கிராமும் நீரும் கிடைக்கும்.

கால்நடைகளுக்குத் தேவையான நீரினளவு. கால்நடைகளுக்குத் தேவையான நீரின் அளவு, அதன் வயது, உடலினளவு, தட்பவெப்பநிலை, உட்கொள்ளும் தீவனத்தின் தன்மை, உடல் இயக்கநிலை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடும். அதாவது உலர் தீவனம் மிகுதியாக உட்கொள்ளும்போது மிகையளவில் நீர் தேவைப்படும். பசுந்தீவனம், ஈரப்பதமுள்ள தீவனம் உட்கொள்ளும்போது குறைவான நீரே தேவைப்படும். மேலும் உட்கொள்ளப்படும் தீவனத்தின் பருமன் மிகுந்திருந்தாலும் புரதச்சத்து மிகுந்திருந்தாலும் நீர் மிகுதியாகத் தேவைப்படும். பால் மற்றும் முட்டை உற்பத்தியில் உள்ளவற்றிற்கும் மிகையாக நீர் தேவைப்படும்.

மாட்டினங்கள். கறவை மாட்டினங்களுக்கு நாள்தோறும் 27-28 லி. நீர் தேவைப்படும். இதற்கு மேல் ஒவ்வொரு 450 கிராம் பால் உற்பத்திக்கும் 1 லி. நீர் தேவைப்படும். மேலும், அதன் உடல், இருப்பிடம் ஆகியவற்றைத் தூய்மை செய்வதற்கென 45-70 லி தேவைப்படும். ஆகவே ஒரு மாட்டிற்கு ஒரு நாளைக்கு ஏறத்தாழ 110 லி. நீர் தேவைப்படும். வேனிற்காலங்களில் மூன்று முறையும், குளிர்காலங்களில் இருமுறையும் மாட்டினங்களுக்கு நீர் வழங்க வேண்டும். இளங்கன்றுகளுக்கு அடிக்கடி நீர் வழங்க வேண்டும்.

குதிரையினங்கள். குதிரைகளுக்குக் கடின வேலையின்போது ஒரு நாளைக்கு 35லி. நீர் தேவைப்படும். பசுந்தீவனம் மற்றும் புல் வழங்கப்படும்போது நீர் குறைவாகத் தேவைப்படும். மிகை வெப்ப நாள்களிலும், கடின வேலையின்போதும் இரு மடங்கு நீர் தேவைப்படும். குதிரைகள், தாகம் மிகுந்திருக்கும்போது நீரை மிக வேகமாகக் குடித்துவிடும். இதைத் தவிர்த்துத் தாகத்திற்காகச் சிறிதளவு நீரை மட்டும் குடிக்க வேண்டும். சற்று நேரம் தாமதித்துப் பின்னரே மீண்டும் குடிக்கவிட வேண்டும்.

ஒட்டகங்கள். இவை நீரின்றி நீண்ட நாள் உயிர் வாழும். எனினும் உடல் பராமரிப்பிற்கு நாள்தோறும் 18-38 லி. குடிநீர் தேவைப்படும். நீண்ட இடைவெளிக்குப் பின் நீர் வழங்கப்படுமாயின் ஒட்டகம் 90லி. நீரைக் கூட ஒரே முறையில் குடித்துவிடும். எனவே அன்றாடம் 70-90 லி. நீர் வழங்கப்படுதல் நன்று. பாலைவனப் பயணத்தின்போது நீண்டகாலம் நீரின்றி ஒட்டகம் வாழ்ந்தாலும் பயணத்தின் முடிவில் நீர் வழங்க வேண்டும். பொதுவாக ஒட்டங்கள் கோடைக்காலத்தில் இரு முறையும், குளிர்காலத்தில் ஒரு முறையும் நீர் குடிக்கும். மழைக் காலத்தில் இரண்டு மூன்று நாள்களுக்கு ஒரு முறையே குடிக்கும்.

பிற இனங்கள். ஆட்டினங்கள் பசுந்தீவனங்களையே மிகுதியும் உட்கொள்வதால் நீர் மிகுதியும் குடிப்பதில்லை. கறவையில் உள்ள ஆடுகள் ஓரளவு மிகையளவில் நீர் குடிக்கும். எனினும் ஆட்டினங்களுக்கு நாள்தோறும் 18 லி. நீரை இருமுறை வழங்க வேண்டும். பன்றிகளுக்குக் குடிப்பதற்கு 22-25 லிட்டரும் தூய்மை செய்வதற்கு 25-28 லிட்டரும் நீர் தேவைப்படும்.

நீர் குறைபாட்டினால் ஏற்படும் விளைவுகள். குறைவான நீரைக் கால்நடைகளுக்கு வழங்கும்போது, தீவனத்தின் செரிமானம், ஊட்டச்சத்துப் பரிமாற்றம், கழிவுப் பொருள் வெளியேற்றம் ஆகியவை பாதிக்கப்படும். குறிப்பிட்ட கால அளவிற்கு நீர் வழங்கவில்லையெனில் குருதியிலுள்ள நீர்த்தன்மை குறைந்துவிடும். சாணம் இறுகி வெளியேறா நிலையும், வெப்ப அதிகரிப்பும், சிறுநீரகம், சிறுநீர்ப்பைப் பாதிப்பு ஏற்படக் கால்நடை சோர்வடையும்.

10% நீர் குறைபாட்டின்போது கால்நடை அமைதியும் வலிமையும் இழந்து நடுக்கத்துடன் காணப்படும். 20-22% நீர்க் குறைபாட்டின்போது தாக மிகுதியால் இறந்துவிடும். தீவனமின்றி நீரை மட்டும் உட்கொண்டு 40 நாள்கள் வரை கால்நடை உயிர்வாழ முடியும். எனினும் நீர் இராவிடில் 10 நாள்களில் இறந்துவிடும்.

மேய்ச்சல் நிலங்களில் கால்நடைக்கு நீர் இராவிடில் மிகுந்த வறட்சியுடன் காணப்படும். நீரற்ற காலித் தொட்டியையும், வேலியையும் முட்டி மோதி அழித்துக் கொண்டிருக்கும். இந்நிலை நீண்ட நேரம் நீடிக்குமாயின் கால்நடை மேயாமல் வெறும் வயிற்றுடனும் குழி விழுந்த கண்களுடனும் நடுங்கிக் காணப்படும். பின்னர் வாயில் நுரை தள்ளி நடக்க இயலாமல் படுத்துவிடும். கருவுற்ற கால்நடைகளுக்குக் கருச்சிதைவு ஏற்படலாம்.

நீர் வழங்காது ஆய்வு செய்தபோது ஒட்டகம் ஒன்பதாம் நாளில் இறந்துள்ளது. இறக்குமுன் அதன் உடல் எடை 25% குறைந்துள்ளது; கறவை மாட்டிற்கு 50% நீர் மட்டுமே வழங்கப்பட்டபோது அது மூர்க்கத்துடன் நீர்த் தொட்டிக்கு அருகிலேயே நீண்ட நேரம் படுத்திருந்தது. மேலும் நான்காம் நாளில் 74% பால் உற்பத்தி குறைந்து போயிருந்தது. சினையுற்ற செம்மறி ஆட்டிற்கு மூன்று நாள்களுக்கு ஒரு முறை மட்டுமே நீர் வழங்கியதில் அதன் உடல் எடை 26% குறைந்திருந்தது. 96 மணி நேரத்திற்கு ஒருமுறை நீர் வழங்கியபோது அதன் கரு சிதைந்திருந்தது.

மிகைநீரின் விளைவுகள். மிகையளவில் நீர் குடிப்பதில் எவ்விதப் பயனுமில்லை. எனினும் இந்நிலை தொடருமாயின் உடற்திசுக்களில் நீர்த்தேக்கம் ஏற்பட்டு வீக்கம் உண்டாகும். செரிமானச் சுரப்புகள் நீர்த்துச் செரிமானத்தன்மை குறைந்துவிடும். நாளடைவில் நோய்எதிர்ப்புத் தன்மை குறைந்து கால்நடையின் பொது உடல் நலம் பாதிக்கப்படும். நீண்ட இடைவெளிக்குப் பின் நீர் வழங்கப்பட்டபோது ஒட்டகம் அளவுக்கு மேல் நீரை வேகமாகக் குடித்து அதன் விளைவாக இறப்பு ஏற்பட்டது.

பொதுவாகக் கால்நடைகள் நல்ல குடிநீரையே விரும்புகின்றன. ஆற்றுநீர், ஏரி நீர் போன்றவற்றை விரும்பிக் குடிக்கின்றன. உப்பு மிகுந்த கிணற்று நீரை அவை விரும்புவதில்லை.

- ஆர். கோவிந்தராஜு

நீரேற்றம்

தனித்து அமையவல்ல மூலக்கூறுகளுடன் நீர் மூலக்கூறுகள் அணைவு நிலையில் இணைந்து விளங்குவது நீரேற்றம் (hydration) ஆகும். அணைவு முறையில் இந்த நீர் மூலக்கூறுகள் மைய மூலக்கூறுகளுடன் வலிகுன்றிய ஆற்றலுடன் இணைந்திருக்கும். சில சேர்மங்களைத் திறந்தவெளியில் காற்றுப்பட வைத்திருந்தால், தக்க வெப்பநிலை, வளி மண்டல அழுத்தச் சூழ்நிலையில் இத்தகைய நீரேறி அணைவுகள் (hydrate complexes) உருவாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, நிறமற்ற காப்பர் சல்ஃபேட் சேர்மத்தை 25°C வெப்பநிலையிலும், 0.8 மி.மீ. வளிமண்டல அழுத்த நிலையிலும் திறந்த வெளியில் காற்றுப்பட வைத்திருந்தால் அது $CuSo_4 . H_2O$ என்னும் மோனோஹைட்ரேட் நிலையை அடைகிறது. இம்மாற்றத்தின் விளைவாக அதன் நிறமும் நீலமாக மாறுகிறது. வளிமண்டல அழுத்தத்தை அதிகரிக்க அதிகரிக்க $CuSo_4, 3H_2O$ மற்றும் $CuSo_4, 5H_2O$ ஆகிய டிரைஹைட்ரேட், பெண்ட்டா-ஹைட்ரேட் நிலைகளை அது அடைகிறது; அப்போதும் அதன் நிறம் நீலமாகவே உள்ளது.

அணைவு நிலையில் மட்டுமே நீர் மூலக்கூறுகள் மைய மூலக்கூறுகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்பதால், இத்தகைய நீரேறிச் சேர்மங்களைச் சூடுபடுத்தினால் வலிகுன்றிய பிணைப்பாற்றலை முறித்துக்கொண்டு நீர் மூலக்கூறுகள் நீராவியாக வெளியேறிவிடுகின்றன. இறுதியில் மையச் சேர்மம் மட்டுமே நீரிலி அமைப்பில் (anhydrous) தனித்து அமையும். நீரேறிச் சேர்மமான நீல நிறக் காப்பர் சல்ஃபேட்டைச் சூடுபடுத்தினால் இறுதியில் அது நிறமற்ற காப்பர் சல்ஃபேட்டாக நீரிலி நிலைக்கு மாறுகிறது. சூழ்ந்துள்ள வளி மண்டல அழுத்தம் குறிப்பிட்ட நிலையைவிடத் தாழ்ந்துவிட்டாலும் இத்தகைய மாற்றம் நிகழ்ந்து நீரிலி நிலை பெறும். பிற பொருள்களிலிருந்து ஈரத்தை நீக்கும் உலர்காரணிகளாக இத்தகைய நீரேறிச் சேர்மங்கள் பயன்படுகின்றன. காண்க: நீரேறி.

- ருத்ர. துளசிதாஸ்

நீரேறி

நீர் மூலக்கூறுகளுடன் வலிமையான பிணைப்பை ஏற்படுத்திக் கொள்ளாமல் அணைவு நிலையில் வலிகுன்றிய ஆற்றலுடன் பிணைப்பை ஏற்கும் சேர்மம் நீரேறி (hydrate) எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, காப்பர் சல்ஃபேட் என்னும் சேர்மத்தின் இயல்பைக் கூறலாம்.

$CuSO_4$ என்னும் மூலக்கூறு வாய்பாடு கொண்ட இது நிறமற்ற திண்மச் சேர்மம். இதை நீரில் கரைத்து, அடர் கரைசலாக்கிச் சலனமற்ற நிலையில் உரிய நேரம் வைத்திருந்தால் நீலநிறப் படிகங்கள் உருவாகும். இத்தகைய நிற மாற்றத்திற்குக் காரணம் நீர் மூலக்கூறுகள் காப்பர் சல்ஃபேட் மூலக்கூறுடன் இணைந்து புதிய நிலையைத் தோற்றுவிப்பதே ஆகும். அளவீட்டு முறையில் ஆராயும்போது, இப்படிகத்தில் குறிப்பிட்ட அளவு நீர் மட்டுமே இணைந்திருப்பது தெரியவருகிறது. நீரேறிய இந்நிலையில் சேர்மத்தின் மூலக்கூறு வாய்பாடு $CuSO_4 . 5H_2O$ என மாற்றம் பெறுகிறது.

அணைவுச் சேர்மங்களுக்கான கட்டுமானக் கோட்பாட்டை வெர்னர் என்பார் ஆராய்ந்து கூறியிருக்கிறார். நீரேறிச் சேர்மங்களுக்கும் அக்கோட்பாட்டைப் பொருத்திக் காட்டலாம். $BeSO_4 , 4H_2O$, $BeCO_3 . 4H_2O$, $MgCl_2 .6H_2O$ ஆகிய நீரேறிச் சேர்மங்களை எடுத்துக்காட்டுகளாகக் கொண்டால், அவற்றின் படிகக் கட்டமைப்பு வடிவம் நான்முகிகளாகவோ எண்முகிகளாகவோ (tetrahedral or octahedral) அமைந்திருக்கின்றன. நீரேறிய காப்பர் சல்ஃபேட்டின் மூலக்கூறு வாய்பாடு $CuSO_4 . 5H_2O$ என்றிருந்தாலும், மேற்கூறிய கோட்பாட்டின்படி குறிப்பிடப்படுமானால் $[Cu(H_2O)_4] SO_4 .H_2O$ என அமையும். அதாவது நீர் மூலக்கூறுகள் ஐந்தில் நான்கு மட்டும் காப்பர் அயனியுடன் அணைவுச் சேர்மக் கோட்பாடுகளுக்கு ஏற்ப இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. எஞ்சியிருக்கும் ஒரு நீர் மூலக்கூறு சல்ஃபேட் அயனியுடன் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு முறையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. எக்ஸ் கதிர் ஆய்வு மூலம் இது நிறுவப்பட்டுள்ளது. நீரேறிய காப்பர் சல்பேட் உப்பை $100^{o}C$ வெப்பநிலைக்குச் சூடேற்றினால் நான்கு நீர் மூலக்கூறுகள் விடுபட்டு வெளியேறுகின்றன. எனவே மொத்தம் ஐந்து நீர் மூலக்கூறுகளில் நான்கு மட்டும் தனித்த விதத்தில் காப்பர் அணுவுடன் (அல்லது அயனியுடன்) இணைக்கப்பட்டுள்ளமை புலனாகிறது. அணைவுச் சேர்ம முறையில் நான்கு நீர் மூலக்கூறுகள் மைய உலோக அணு அல்லது அயனியுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்தால் அவை நான்முகக் கட்டமைப்பைக் கொண்டிருக்கும். ஆறு நீர் மூலக்கூறுகள் இணைக்கப்பட்டிருந்தால் அவை எண்முக வடிவம் கொண்டிருக்கும். ஆறுக்கு மேற்பட்ட நிலையில் $ZnSO_4 . 7H_2O$, $MgSO_4 . 7H_2O$ போன்ற நீரேறிச் சேர்மங்களில் அணைவுச் சேர்மக் கோட்பாடு குறிப்பிடுவது போன்று ஆறு நீர் மூலக்கூறுகள் மைய உலோக அணுவுடன் இணைக்கப்பட்டனவாகவும், மற்றொரு நீர் மூலக்கூறு தனித்தும் அமைந்திருக்கும்.

நேரயனி அல்லது எதிரயனியுடன் இணையாமலும் நீர் மூலக்கூறுகள் படிக நிலையில் மையக் கூறுடன் இடம்பெற்றிருக்கலாம். படிக அணிக்கோவையில் (crystal lattice) நீர் மூலக்கூறுகளுக்கு உரிய இடம் வகுக்கப்பட்டுள்ளது. படிகாரங்களின் படிகக் கட்டமைப்பில் நீர் மூலக்கூறுகள் இவ்விதம் இடம் பெற்றுள்ளன.

வளிமச் சேர்மங்களும் நீரேறிச் சேர்மங்களை அமைக்க முடியும். குறிப்பிட்ட விகித அளவுகளில் வளிமப் பொருளும் நீரும் போதிய குளிர்நிலைக்கு உறையச் செய்யப்பட்டால் வளிம நீரேறிகள் கிடைக்கும். குளோரின், கார்பன் டை-ஆக்சைடு, அசெட்டிலீன் ஆகியன பனிக்கட்டித் தோற்றம் கொண்ட வளிம ஹைட்ரேட்டுகளை உருவாக்க வல்லன. மெத்தேன், எத்தேன், புரோப்பேன் ஆகியன தமக்குரிய படிகக் கட்டமைந்த ஹைட்ரேட்டுகளை உருவாக்குகின்றன. பெட்ரோலியத்துடன் துணைப்பொருளாகக் கிடைக்கும் எரிபொருளான இயற்கை வளிமம் ஒரு கலவைப் பொருள்; அதில் மீத்தேன் அடங்கியிருக்கிறது. இயற்கை வளிம எரிபொருள் பயன்பாட்டுக்காக ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோர் இடத்திற்குக் குழாய்கள் மூலம் கொண்டு செல்லப்படும்போது, குளிர் நாடுகளில் மெத்தேன் வளிமப் பகுதி நீர் மூலக்கூறுகளுடன் இணைந்து திண்மமாகிவிடுகிறது. இதனால் இயற்கை வளிமத்தின் போக்குவரத்தில் தடை ஏற்படுகிறது. மெத்தேன் போன்ற வளிமங்களுடன் கடல்நீரைத் தொடர்புபடுத்தி ஹைட்ரேட் படிகங்களை உருவாக்கும்போது, மையச் சேர்மமான வளிமங்கள் உப்புப் பகுதியை ஒதுக்கிவிட்டு நீர் மூலக்கூறுகளை மட்டுமே ஏற்றுக் கொள்கின்றன. இத்தன்மையை அடிப்படையாகக் கொண்டு கடல் நீரிலிருந்து உப்பு நீக்கம் செய்து குடிநீர் தயாரிக்கலாம். காண்க: நீரேற்றம்.

- ருத்ர. துளசிதாஸ்

நீல அவுரி

இதை அவுரி, அவிரி, நீலி, நீலம், நீல அவுரி, வச்சிர நீலி, நாட்டு அவுரி, நீலக்காலி, தோலி, அட்டி, புரசதம், பத்தியம், வண்ணான் அவுரி என்றும் கூறுவதுண்டு. இச்செடியின் தாவரப் பெயர் இண்டிகோஃபெரா டிங்க்டோரியா (Indigofera tinctoria) என்பதாகும். இது வெகுமினேசி என்னும் இரட்டை விதையிலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இதன் தாயகம் ஆசியா. இச்செடியை இந்தியா, சீனா ஆகிய நாடுகளில் மிகுதியாகக் காணலாம். இச்செடியைக்

நீல அவுரி (Indigofera tinctoria)

கால்நடைகள் உண்பதில்லை. இது இருபதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் வங்காளம் மற்றும் பீகார் மாநிலத்தில் பெருமளவில் பயிரிடப்பட்டு வந்தது. சுண்ணாம்பு மிகுந்த பகுதியில் இது நன்றாக வளரும் எனக் கூறப்படுகிறது.

அமைப்பு. நீல அவுரி நன்கு கிளைத்து வளரும் சிறு புதர் போன்ற செடி. இதற்கு உடலோடு ஒட்டிய மயிர் காணப்படும். ஏறக்குறைய 1.5மீ உயரம் இது வளரும். இலைகள் இரட்டை இல்லாத சிறகமைப்புக் கூட்டிலைகள், ஒவ்வோர் இலையிலும் பொதுவாக 7-13 சிற்றிலைகள் உள்ளன. பக்க இலைகள் வழக்கமாக எதிர் அடுக்கத்தில் அமைந்திருக்கும். இலையடிச்செதில்கள் பெரும்பாலும் சிறியவை. இவை இலைக்காம்புடன் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். ரெசீம் மஞ்சரி ஒவ்வொன்றிலும் 12 பூக்களுக்கு மேல் இருக்கும். மஞ்சரி, இலையின் நீளத்தைவிடக் குட்டையாக இருக்கும். இலைக்கோணங்களில் காணப்படும் மலர்கள் பொதுவாக மிகவும் சிறியவை. வழக்கமாகச் சிவப்பு அல்லது கருஞ்சிவப்பு நிறமாக இருக்கும். பூவடிச்செதில்கள் முதிர்வதற்கு முன்னரே உதிர்ந்துவிடும். மணி வடிவப் புல்லி இதழ்கள் நுணுக்கமானவை. இவற்றின் பற்கள் ஒழுங்கற்றவை. அல்லி இதழ்கள் முதிரும் முன்பாகவே உதிர்ந்துவிடும். கொடி அல்லி இதழ்கள் முட்டை அல்லது வட்டமானவை. படகு அல்லி இதழ்கள் நேராகவும் மழுங்கியும் இருக்கும். இவற்றின் அடிப்பக்கத்தில் இரு புறங்களிலும் குழல் இதழ்கள் காணப்படும். இறகு அல்லி இதழ்கள் நீள் சதுரமானவை. படகு அல்லி இதழ்களுடன் இவை சற்றே இணைந்திருக்கும். மகரந்தத்தாள்கள் இரு கற்றையானவை. இவை கொடி அல்லி இதழுக்கு எதிர்ப்புறம் உள்ளன. கூர்மையான மகரந்தப்பைகள் ஒரே சீரானவை; சூல்பை, காம்புடன் காணப்படும். சூலகத்தண்டு பளபளப்பானது. பளபளப்பான கனிகள் நீண்டும், 2.5 மி.மீ. தடிமனாகவும், சற்றுக் கூரியவையாகவும் இருக்கும். ஒவ்வொரு கனியிலும் 10-12 விதைகள் இருக்கும்.

பயன். பூக்கும் நிலையில் செடிகளை அறுவடை செய்து பெரிய தொட்டிகளுள்ள நீரில் ஊறவைப்பர். இதனால் தொட்டி நீர், மஞ்சள் நிறமாகும். இம்மஞ்சள் நீரை ஏனைய தொட்டிகளுக்கு வடித்துக் கலக்கி நீலிச்சாயம் தயாரிப்பர். கால்நடைகள் இச்செடியை உண்ணாமையால் உழுத நிலத்தில் விதைகளை விதைத்துக் களைகளைக் கட்டுப்படுத்தலாம். மேலும் இதனை அப்படியே உழுது பசுந்தாளுரமாக்கலாம். அவுரி இலை, வேர் முதலியவை பலவகையில் மருத்துவத்தில் பயனாகின்றன. அவுரி இலை உடல் வெப்பத்தை உண்டாக்கும். இதன் இலையைப் பக்கச்சூலைக்கும் சாற்றைத் தேனுடன் கலந்து குழந்தைகளின் வாய்ப் புண்ணுக்கும் கொடுக்கலாம். இதன் பொடியை வயிற்றுவலி, மூர்ச்சை, கால்கை வலிப்பு, உடல் வீக்கம், நாற்றப்புண் ஆகிய நோய்களுக்குப் பயன்படுத்தலாம்.

அவுரி இலையைக் குடிநீர் செய்து தந்துவர உடல் பொன்னிறமாக மாறும். ஒரு மண் சட்டியில் 6 மிளகு, 2 சிட்டிகை தூய்மை செய்த சீரகம், ஒரு கைப்பிடி அவுரி இலை ஆகியவற்றை நீருடன் காய்ச்சிக் குடிக்க வளிக்காய்ச்சல், காமாலை, மாந்தம், சீதளம், கீல்வாதம் போகும். இலைச்சாறு நாய்க்கடிக்கு உதவும். அவுரி இலையைத் தூய்மை செய்து மண் சட்டியிலிட்டு ஆமணக்கெண்ணெயில் வதக்கி ஒற்றடமிட நீட்டவோ மடக்கவோ முடியாத மூட்டு வீக்க நோய் குணமாகும். அவுரி இலையைத் தூய்மை செய்து மையைப்போல் அரைத்து வெள்ளாட்டுப்பாலில் கலக்கி நாளும் காலை வேளையில் மட்டும் அருந்திவர மஞ்சள் காமாலை போகும். இந்நோய்க்குப் பச்சை இலைகளைத் தூய்மை செய்து அரைத்து நெல்லிக் காயளவு எடுத்துப் பசும்பாலில் கலக்கியும் அருந்தலாம். இதன் இலையை இடித்துச் சாறு எடுத்துக் காலை வேளையில் மட்டும் அருந்திவரக் குருதி வாந்தி, கால்கை வலிப்பு நீங்கும்.

அவுரி வேருக்கு அடிக்கடிச் சிறுநீர்க் கழிக்கும் நோயைப் போக்கும் குணமுண்டு. வேர், தண்டு ஆகியவற்றிற்கு மலத்தை இளக்கும் தன்மை உண்டு. இவை கோழையையும் அகற்றும்; மயிரையும் வளர்க்கும்; குடல் கோளாறு, இதய நோய், காய்ச்சல், படர்தாமரை, வெண்தோல், மண்டையிடி, மண்ணீரல் வீக்கம் ஆகிய நோய்களைப் போக்கவும் உதவும். அவுரி வேரைக் குடிநீர் செய்து கொடுத்தால் நஞ்சு, குன்மநோய், வெள்ளை நீங்கும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நீலக்கல்

அணிகலக் கற்களில் ஒன்றாக நீலக்கல் (sapphire) விளங்குகிறது. அணிகலக் கற்கள் பொதுவாகக் குறிப்பிட்ட ஒரு கனிமத்தின் பெயரால் குறிப்பிடப்படுவதில்லை. பெரும்பாலும் நிறத்தினை அடிப்படையாகக் கொண்டே அணிகலக்கற்கள் குறிக்கப்படுகின்றன. இந்த அடிப்படையில் நீலக்கல் என்பது நீல நிறமுடைய மணிக்கல் (gemstone) ஆகும்.

சஃபையர் என்னும் சொல் குருவிந்தக்கல் அல்லது குருவிந்தம் என்னும் கனிமத்தின் ஒரு வகையையும் குறிக்கிறது. குருவிந்தத்தின் அணிகலன் வகைகள் ரூபி

எனவும், சஃபையர் எனவும் கூறப்படுகின்றன. இவற்றில் ரூபி என்பது சிவப்பு நிறமுடையது; சஃபையர் என்பது, சிவப்பு நீங்கலாக, நீலம் மற்றும் மஞ்சள், சருகு நிறம், பச்சை, ஊதா, ஆரஞ்சு, நிறமற்றது மற்றும் கறுப்பு நிறமுடைய இனங்களைக் குறிக்கிறது.

குருவிந்தத்தின் இனமாகிய நீல அணிகலக்கல் மிகுந்த பளபளப்பும், கண்ணாடி மிளிர்வும் உடையது. இதில் கனிமப்பிளவுகள் இல்லை. மோவின் அளவுத் திட்டத்தில் கடினத்தன்மை 9 ஆகும்; ஒப்படர்த்தி 4.00; இதன் ஒளிவிலகல் எண் 1.76-1.77 பொதுவாக ரூட்டைல் என்னும் கனிமம் சஃபையரின் உள்ளே காணப்படும்.

புகழ்பெற்ற நீலக்கல் இந்தியாவில் காஷ்மீரத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்டது. தற்காலத்தில் மோஹாக் என்னும் பகுதியிலுள்ள ஆர்க்கேயன் காலத்துப் பாறைகளிலிருந்து கிடைக்கிறது. இங்கே கிடைப்பவை பெரும்பாலும் நீலம் அல்லது சிவப்பு நிறக் கற்களே ஆகும். தாய்லாந்து, இலங்கை, ஆஸ்திரேலியா ஆகிய நாடுகளிலிருந்து கிடைக்கும் நீலக்கல் கரு நீல நிறம் உடையது. டான்சேனியா நாட்டில் இக்கல் இருப்பதாக அண்மையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

நீலக்கல், பெரும்பாலும் ஆற்றுப் படிவுகளில் காணப்படுகிறது. சுண்ணப்பாறைகளில் அமிலத் தன்மையுடைய அனற் பாறைக்குழம்பு நுழைந்து, அதன் விளைவாக உண்டான மாற்றுருப் பாறைகளில் ஒன்றான சலவைக்கல் பாறைகளிலும் கிடைக்கிறது.

- இல. வைத்திலிங்கம்

நீலகிரித்தைல மரம்

இது மிரிடேசிக் குடும்பத்தில், யூகலிப்டஸ் பேரினத்தில், சிட்ரியோடோரா சிற்றினத்தில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இக்குடும்பத்தில் 80 பேரினங்களும் 3000 சிற்றினங்களும் உள்ளன. நீலகிரித்தைல மரத்தின் தாவரவியல் பெயர் யூகலிப்டஸ் சிட்ரியோடோரா (Eucalyptus citriodera) என்பதாகும்.

வளரியல்பு. நீலகிரித் தைலமரம் குளிர் பகுதியில் மிகுதியாக வளரும். ஆனால் தற்போது அனைத்து இடங்களிலும் வளரும் வகையில் கலப்புச் செய்யப்பட்டுள்ளது. இதன் தாயகம் ஆஸ்திரேலியாவாக இருந்தபோதிலும் அமெரிக்காவிலும், இந்தியாவின் பல பகுதிகளிலும் குறிப்பாகக் கேரளா, நீலகிரி, ஆனைமலை, ஷில்லாங் போன்ற இடங்களிலும் பயிரிடப்படுகிறது. இந்தியாவில் யூகலிப்டஸ் சிட்ரியோடோரா, யூகலிப்டஸ் குளோபுளஸ், யூகலிப்டஸ் ரோஸ்ட்ரேட் போன்ற வகைகள் காணப்படுகின்றன.

இலைகள். இலைகள் எதிரடுக்கமாகவும், சில சமயங்களில் மாற்றிலை அடுக்கமாகவும் அமைந்துள்ளன. சிறிய காம்புடைய இலைகள் ஒழுங்கான இலை விளிம்பு அமைப்பும், பசுமை நிறமும் கொண்டவை. இலையடிச் செதில் அற்றவை. ஆஸ்திரேலியாவின் வறண்ட நிலப்பரப்பில் உள்ள மரங்களின் இலைகள் ஊசி போன்ற அமைப்பில் காணப்படுகின்றன. இலைகளில் எண்ணெய்ச் சுரப்பிகள் மிகுந்திருக்கும்.

மஞ்சரி. இதன் மஞ்சரி சைமோஸ் வகை; இதன் மலர்கள் அச்சு ஒட்டிய குடைமஞ்சரி வகை; இவை தனியாகவும், இணைந்தும் காணப்படும். பூக்காம்புச் செதில், பூவடிச்செதில் ஆகியவை உள்ளன. சில சமயங்களில் பூக்காம்பு செதில்களற்றிருக்கும். மலர்கள் இருபக்கச் சமச்சீர் உடையவை; ஒழுங்கானவை; முழுமையானவை; மேல்மட்டச் சூல்பை கொண்டவை.

புல்லிவட்டம். 4-5 புல்லி இதழ்கள் உண்டு. 5 இதழ்களும் இணைந்து தொப்பி போன்ற அமைப்பில் காணப்படும். சில சமயங்களில் புல்லிவட்டம் வளர்ச்சி குன்றிச் சிறுத்துக் காணப்படும் அல்லது இதழ்கள் அற்றுக் காணப்படும். இது தொடு இதழ் அமைவுடையது.

அல்லிவட்டம். 4 அல்லது 5 அல்லி இதழ்கள்; தனித்த இதழ்கள் வட்ட வடிவமாக அமைந்திருக்கும். இவை இணைந்திருக்கும்போது தொப்பி போன்ற அமைப்பு திறந்து கொள்ளும். யூகலிப்டஸ் குளோபுளசில் இரண்டு அடுக்குகளாகக் காணப்படும். இது தொடு இதழ் அமைவுடையது.

மகரந்த வட்டம். எண்ணற்ற தனித்த மகரந்தத் தாள்கள் காணப்படுகின்றன. இவை வட்ட வடிவில் இதழ்களைத் தொடும் வண்ணம் சுற்றியமைந்துள்ளன. உள்வளைந்து மொட்டுப் போன்றிருக்கும் மகரந்தத்தாள், மகரந்தப்பையின் அடியில் ஒட்டிக் காணப்படும்.

சூலகம். இது இரண்டுக்கு மேல் சூல்களைக் கொண்டது. இணைந்த, கீழ்மட்டச் சூலகம், ஒன்றுக்கு மேல் அறைகள் கொண்டது. ஒவ்வோர் அறையிலும் பல சூல்கள் இணைந்து அச்சு ஒட்டிய சூல் அமைவில் விளங்கும். சூலகத்தண்டு நீண்டு வளைந்து இருக்கும்.

கனி. வெடிகனி (capsule) அல்லது உள் ஓட்டுச் சதைக்கனி (drupe) காணப்படும்.

1. மலர்க்கொத்து, 2. மலரின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம், 3. மகரந்தத்தாள், 4. சூலகம், 5. சூலின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம், 6. பூ வாய்பாடு.

நீலகிரித்தைல மரம் **(Eucalyptus citriodera)**

பயன்கள்

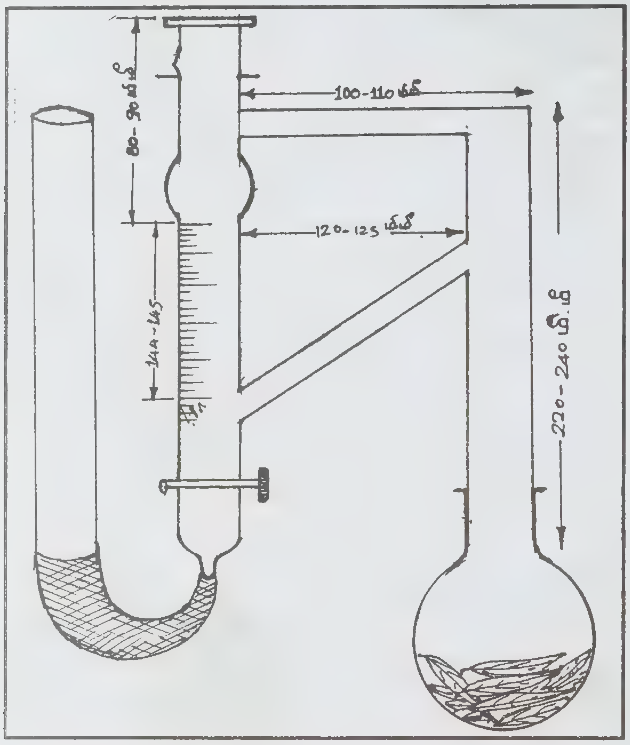
யூகலிப்டஸ் சிட்ரியோடோரா. இது தைலம் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. மரங்கள் வட இந்தியா, கேரளா, தமிழ்நாடு ஆகிய இடங்களில் வளர்கின்றன.

யூகலிப்டஸ் குளோபுளஸ். மரத்தின் இலைகளை உலரவைத்து எண்ணெய் எடுத்து ஆஸ்துமா, மார்ச்சளி போன்ற நோய்க்கு மருந்தாகப் பயன்படுத்துவர். மேலும் மணத்தைலமாகவும் எரிபொருளாகவும் பயன்படுகிறது.

யூகலிப்டஸ் ரோஸ்ட்ரேட். சதுப்பு நிலங்களில் இம்மரம் பயிரிடப்படுகிறது. இம்மரத்திலிருந்து பிரேய்லி (Braille) தாள் தயாரிக்கப்படுகிறது. இதன் தாயகம் ஆஸ்திரேலியாவாக இருந்தபோதிலும் நீலகிரி, ஆனைமலை, பழனிமலை, சிம்லா, ஷில்லாங் போன்ற பகுதிகளில் மிகுதியாகப் பயிரிடப்படுகிறது. மரம் தண்டவாளத்தின் தாங்கு கட்டையாகவும், பாலம் கட்டவும், மரச்சாமான்கள் செய்யவும், ஒட்டுப்பலகை தயாரிக்கவும் பயனாகிறது.

நீலகிரித் தைலம். இது யூகலிப்டஸ் இலைகளிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. யூகலிப்டஸ் இலைகள், யூகலிப்டஸ் குளோபுளஸ் லெபில்லர்டியர் (Eucalyptus Globulus Labillardier) என்னும் மரத்திலிருந்து கிடைக்கின்றன.

இந்த வகை மரங்கள், இரண்டு வகை இலை அமைப்புகளைக் கொண்டவை. இளமரங்களின் தட்டையான முனைகள் கூர்மையாகவும், பக்கவாட்டிலும், அடிப்பகுதியிலும் அகலமாகவும் இருக்கும்.



முதிர்ந்த மரங்களின் மேல்பகுதியில் இலைகள் நீண்டும், வளைந்த பட்டாக்கத்தி போன்ற அமைப்புடனும் இருக்கும். கிளைக்காம்புகள் குட்டையாகவும், முறுக்கப்பட்டும் உள்ளமையால் மேல்பரப்பு உயர நோக்கி இருக்கும். யூகலிப்டஸ் இலைகள் உருவாவதற்கு இவையே அடிப்படையாகின்றன.

யூகலிப்டஸ் இலை குறுகலாகவும், வெளி விளிம்புகளில் ரம்பம் போன்ற அமைப்புடனும் இருக்கும். கிளைக்காம்பு குட்டையாகவும், முறுக்கேற்றப்பட்டதாகவும் இருக்கும். காய்ந்த இலைகள், காரமாகவும், சற்றுக் கசப்பாகவும் இருக்கும். இலைகளின் நரம்புகளில் கால்சியம் ஆக்சலேட்டின் பலவகைப் படிவங்கள் கரைந்துள்ளன.

யூகலிப்டஸ் இலைகள் 3-5% எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய எண்ணெயைத் தருகின்றன. 50% சினியோல் என்னும் எண்ணெய் இலைகளில் கிடைக்கிறது. சினியோல் என்பது யூகலிப்டஸ், கஜபுட்டால் என்னும் இருவகை எண்ணெயைக் கொண்டது. மேலும் இலைகள் டானின் என்னும் புரதத்தையும் கொண்டுள்ளன.

யூகலிப்டஸ் மரங்களைக் கற்பூர மரம் என்றும் குறிப்பர். முந்நூறுக்கும் மேற்பட்ட யூகலிப்டஸ் மரங்கள் நீலகிரித் தைலத்தைத் தருகின்றன. இதில் யூகலிப்டஸ் குளோபுளஸ் (Eucalyptus Globulus), யூகலிப்டஸ் டூமோசா (Eucalyptus Dumosa) என்னும் இரண்டு வகை மரங்கள் நீலகிரித் தைலத்தை மிகுதியாகத் தருகின்றன. ஆஸ்திரேலியாவை யூகலிப்டஸ் மரங்களின் தாயகம் எனலாம்.

யூகலிப்டஸ் டெரிடிகார்னிஸ் என்னும் வகை மரத்திலிருந்து 0.66% எண்ணெய் கிடைக்கிறது. இதில் பிலான்டிரின் பொருள் இல்லை. ஆனால் இதில் 10.4% சினியோல் இருக்கிறது. யூகலிப்டஸ் கிருபா என்னும் வகை மரங்களிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்ற எண்ணெயில் சினியோல், ஃபிலான்டிரின் இவை இரண்டும் முற்றிலும் இல்லை. சினியோல் இராமையால் மருந்துகளுக்கு இவ்விரு வகை மரங்களும் பயன்படுவதில்லை.

நீலகிரித் தைலம், சோப்பைப் பிரித்தெடுக்கவும், சல்ஃபைடு தாதுக்களை அதன் தனிமங்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கவும் பயன்படுகிறது. மோட்டார் ஊர்திகளுக்கு இதை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்த ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கின்றன. ஆஸ்துமா நோயாளிக்குச் சிகரெட்டாக இலைகள் பயன்படுகின்றன. நீலகிரித் தைலம் தடுப்பாற்றல் மருந்தாகவும் (antiseptic) பயன்படுகிறது. தலைவலி காய்ச்சலுக்கும் இத்தைலத்தைப் பூசலாம்.

- ஆர். லட்சுமணநாதன்

- வ. *சீனிவாசன்*

நீலகிரி மார்டென்

இது பாலூட்டி வகுப்பில், மஸ்டிலிடே எனும் குடும்பத்தைச் சார்ந்த நீர்நாய் போன்ற உடலமைப்பை உடைய விலங்காகும். நீலகிரி மார்டென் (Martes gwatkinsis) தரையிலும், மரங்களிலும் நன்கு வாழக்கூடிய தகவமைப்புகளைப் பெற்றது. இவ்விலங்கு ஓடுவதற்கும், மரம் ஏறுவதற்கும் ஏற்ற கால்களையும் உள்ளிழுத்துக் கொள்ளக்கூடிய நகங்களையும் பெற்றது. நீர்நாயைவிட நீண்ட முகத்தையும், பெரிய காதுகளையும், நீண்ட வாலையும் உடையது. மார்டென் தரையில் ஓடும்போது முதுகை வளைத்துக் கொண்டு வேகமாகச் செல்லும். இது பார்வைக்குப் பூனையும், அணிலும் இணைந்த விலங்கு போல் காணப்படும். இந்தியாவில் மஞ்சள் தொண்டை மார்டென் (Martes flavigula), நீலகிரி மார்டென் (M.gwatkinsis), ஸ்டோன் மார்டென் (M.fonia) ஆகிய மூவகையுண்டு.

நீலகிரி மார்டென்

நீலகிரி மார்டென் வகைகள்

நீலகிரி மார்டென் பழுப்பு அல்லது கறுப்பு முதுகுப் பகுதியையும், சாம்பல் மஞ்சள் வயிற்றுப் பகுதியையும் உடையது. கழுத்துப்பகுதியில் கருமஞ்சள் நிறம் தனியாகத் தெரியும். இது நீலகிரி, திருவிதாங்கூர், கூர்க் பகுதிகளில் காணப்பட்டதாக அறியப்படுகிறது. இந்தியாவின் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைப் பகுதிகளில் ஏறத்தாழ 1 கி.மீ. உயரத்திற்கு மேல் காணப்படுகிறது. மிகச் சுறுசுறுப்பான இவ்விலங்கு பகல் இரவு இரண்டு வேளைகளிலும் இரை தேடக்கூடியது. தேன், கொட்டை, பழம், அணில், மர எலி, சிறு பறவை, ஓணான் ஆகிய அனைத்தையும் உணவாகக் கொள்கிறது. மரங்களில் மிகவேகமாக ஏறிக் கிளைகளில் விரைந்து தாவக்கூடியது. இவ்விலங்கு மனிதன் நடமாடும் இடங்களைத் தவிர்த்து மரங்களிடையே ஒதுங்கியே வாழக்கூடியது. மார்டென் விலங்கின் இனப்பெருக்க முறைகளைப் பற்றிய தகவல்கள் முழுமையாக அறியப்படவில்லை.

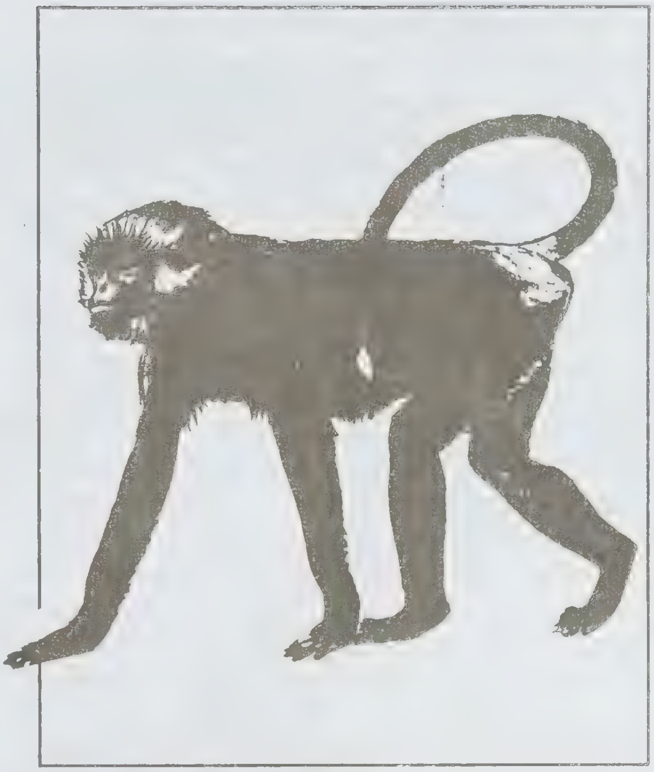
- கோவி. இராமசுவாமி

துணைநூல். S.H. Prater, *The Book of Indian Animals*. Bombay Natural History Society, Bombay, 1955.

நீலகிரி முசு

பிரைமேட்டுகள் வரிசையில், கோலோபிடே குடும்பத்தில், பிரஸ்பைடிஸ் பிரிவில், ஜோனி இனத்தில் இது வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இதை அனுமான் குரங்கு என்றும் குறிப்பிடுவர். பொதுவாக நீலகிரி முசு (Presbytis johni) தென்னிந்தியாவில் காணப்படும். கிழக்கு மற்றும் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைகளின் அடிவாரங்களில் அமைந்துள்ள காடுகளிலும், தமிழ்நாட்டிலுள்ள நீலகிரி மலைத்தொடரிலும், கல்வராயன் மலையிலும், திருநெல்வேலி மாவட்டத்திலுள்ள களக்காடு மற்றும் குற்றால மலையிலும் காணப்படுகிறது. நீலகிரி மலையில் மிகுந்து காணப்படுவதால் நீலகிரி முசு எனப் பெயர் வழங்கலாயிற்று.

இது பழைய உலகக் குரங்காகும். ஏனைய குரங்குகளைப் போல் இது கம்பீரமான தோற்றத்தைக் கொண்டுள்ளது. கூட்டமாகவே வாழும் இதற்குச் சிறுத்தைப் புலிகளும், சாரைப் பாம்புகளும் முக்கிய எதிரிகளாகும். எதிரிகளைக் கண்டவுடனோ தீங்கு நேரவிருக்கும் குரலைக் கேட்டவுடனோ இது மரங்களின் மேல் ஏறி அமர்ந்து கொள்கிறது. இவ்விலங்குக்குப் பார்வைத் திறன், காது கேட்கும் திறன், மணம் உணரும் திறன் முதலியன மிகுதி. கைச்செய்கைகள் மூலமும், வாயசைப்பின் மூலமும்



நீலகிரி முசு (Presbytis Johni)

செய்திகளை ஒன்றுக்கொன்று பரிமாறிக் கொள்கின்றன. இக்குரங்கு மரங்களிலேயே வாழ்கிறது.

உடலமைப்பு. இக்குரங்கு உருவத்தில் பெரியது. உடலைத் தலை, மார்பு, வயிறு என முப்பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். தலையின் மேற்பகுதியில் நீண்ட சாம்பல் நிற முடியும், உடற்பகுதியைச் சுற்றிச் சிறிய முடியும், கண்களைச் சுற்றி நீண்ட கறுப்பான இமை முடியும் காணப்படும். முகம் தட்டையாகவும், வாயினுள் 32 பற்களுடனும் அமையும். முன்கால், பின்காலைவிடச் சற்று நீண்டும், கால்களில் 5 விரல்களும், விரல்களில் நீண்ட நகங்கள் பெற்றும் காணப்படும். விரல்கள் மரக்கிளையைப் பற்றிப் பிடிப்பதற்கு ஏற்றவாறு அமைந்துள்ளன.

பெண்குரங்குக்கு மார்புப்பகுதியில் இரண்டு பால்சுரப்பிகள் அமைந்துள்ளன. வயிற்றுப் பகுதியை அடுத்துப் பின்புறத்தில் உடல்நீளத்தைவிட இருமடங்கு நீளத்தில் வால் ஒன்று அமைந்துள்ளது. இவ்வால் மரக்கிளைகளில் சுற்றிக் கொள்ளும் தன்மை வாய்ந்தது. பொதுவாகக் குரங்கு மனிதனைப் போலவே முன்கால்களின் உதவியால் அனைத்து வேலைகளையும் செய்கிறது. சில நேரங்களில் மரங்களிலிருந்து கீழே குதிக்கும்போது வாலைப் பின்புறமாக வளைத்து வைத்துக் கொள்கிறது.

உணவுமுறை. பொதுவாக, குரங்கு அனைத்து வகை உணவுகளையும் உணவாகக் கொள்கிறது. ஆனால் நீலகிரி முசு, தாவர உண்ணியாகும். தாவரங்களின் இலைகளையும், கனிகளையும், விதைகளையும் உணவாகக் கொள்கிறது. இருப்பினும் பழங்களையே விரும்பி உண்ணும். குறிப்பிட்ட இடங்களில் இது நிலையாகத் தங்குவதில்லை. உணவு கிடைக்கும் நிலையைப் பொறுத்து உறைவிடத்தை அடிக்கடி மாற்றியமைத்துக் கொள்கிறது.

இனப்பெருக்கம். சமூக வாழ்க்கை பிற விலங்குகளைவிட மிகுதியாகவே காணப்படுகிறது. ஓர் ஆண் குரங்கு இரண்டு பெண் குரங்குகளைத் தனக்குத் துணையாக ஏற்றுக் கொள்கிறது. இதற்கெனக் குறிப்பிட்ட இனப்பெருக்கக் காலம் இல்லை. பொதுவாக, அனைத்துக் காலங்களிலும், இனச்சேர்க்கையில் ஈடுபடுகிறது. 2 ஆண்டுகளுக்கு 3 குட்டிகளை ஈனுகிறது. குட்டிகளுக்குப் பால்சுரப்பிகளின் வாயிலாகப் பாலூட்டுகிறது. ஆண் குரங்குகளைவிடப் பெண் குரங்குகளே குட்டிகளை அதிகக் கவனத்துடன் பாதுகாக்கின்றன. குட்டிகளுக்கு வலிமையும் துணிவும் நன்கு வரும்வரை அவற்றைப் பெண்குரங்கு எப்போதும் தன்னுடனே வைத்துக்கொள்கிறது. 3 ஆண்டுகள் கழிந்த பிறகு குட்டிகள் இனப்பெருக்கம் செய்வதற்கேற்ற வளர்ச்சியைப் பெற்றுவிடுகின்றன. ஒரு குரங்கை எதிரிகள் தாக்கும்போது மற்றக் குரங்குகளும் எதிரிகளுடன் போரிட்டுத் தப்பித்துக் கொள்கின்றன. நீலகிரி முசு, 15-25 ஆண்டுகள் உயிர் வாழ்கிறது.

இக்குரங்கை இந்துமதத்தினர் அனுமனைப் போல் கருதுகின்றனர். எனவே இவ்விலங்கு இந்துக்களின் புனித விலங்காகக் கருதப்படுகிறது. விலங்குக் காட்சிச் சாலைகளில் இது மக்கள் பார்வைக்காக வளர்க்கப்படுகிறது. சிறுவர்களுக்கு வேடிக்கை காட்டவும் இக்குரங்கு பயன்படுகிறது. இதன் பண்புகள் சில, மனிதப் பண்பினை ஒத்துக் காணப்படுவதால் ஆய்வாளர்கள் இதைப் பல்வேறு பரிசோதனைகளுக்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். இந்துக்கோயில்களிலும் இது வளர்க்கப்படுகிறது.

- *தி. கண்ணப்பன்*

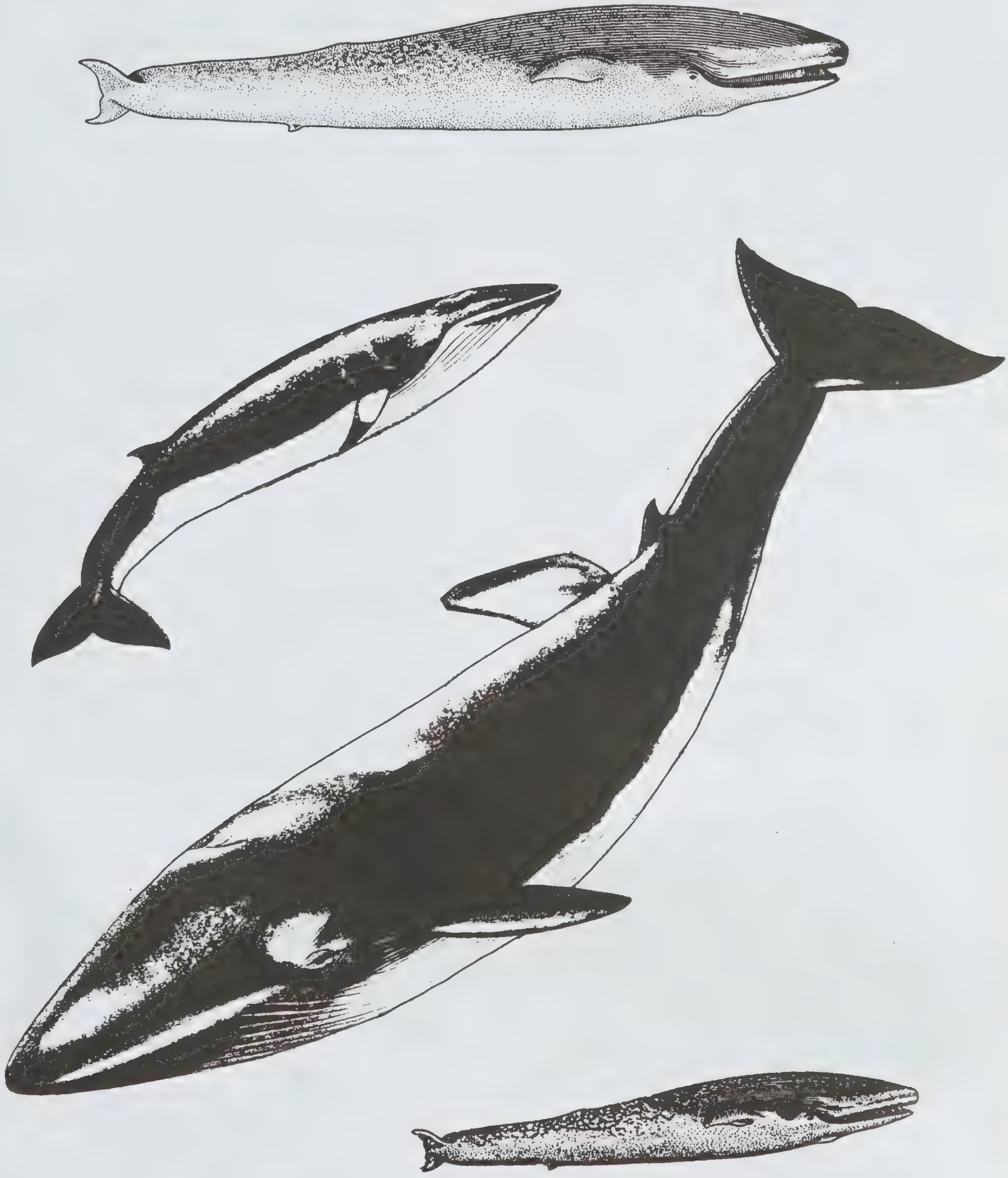
துணைநூல். Ekambaranatha Ayyar and T.N. Ananthakrishnan, *A Manual of Zoology*, Part II, Viswanathan Printers Pvt Ltd., Madras, 1981

நீலத் திமிங்கிலம்

இது பாலூட்டிகள் வகுப்பில், சீட்டேசியா வரிசையில் மிஸ்டிசீட்டை என்னும் துணை வரிசையில் பலீனாப்டிரிடே என்னும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. திமிங்கல வகைகளிலேயே நீலத் திமிங்கலம் (Balenoptera muscula) மிகவும் பெரியது. இதன் நீளம் 40 மீ; எடை 120 டன் ஆகும். இது யானையை விட 20 மடங்கு மிகுதியான எடையுடையதாகும். இதன் உடல் மீன்திருக்கை வடிவானது. உடலின் மேற்புறத்தில் நீலநிறமும் வயிற்றுப்புறத்தில் மஞ்சள் நிறமும் கொண்டு காணப்படுவதால் இதனைக் கந்தக அடித்தளத் திமிங்கிலம் (Sulphur bottom whale) என்றும் குறிப்பிடுவர். இதன் தோல் மிகவும் வழவழப்பாகவும், மயிர்களின்றியும் தொண்டையின் கீழ் வரிப்பள்ளங்களுடனும், புறத்தோலுக்கு அடியில் மெலிந்த வரிசையில் கொழுப்புப் பொருளைப் (blubber) பெற்றும் காணப்படுகிறது. வாயில் பற்களில்லை. இவற்றிற்குப் பதிலாகத் திமிங்கல எலும்புத்தகடுகள் உள்ளன. இதனைத் தகட்டெலும்புத் திமிங்கிலங்கள் என்றும் குறிப்பர்.

எலும்புத் தகடுகள். இது நீலத்திமிங்கிலத்தின் உடலில் காணப்படும் சிறப்பு உறுப்பாகும். இத்தகடு சல்லடை போன்று கடல் நீர்ப் பரப்பில் உள்ள மிதவை உயிரிகளை வடிகட்டி உணவாகக் கொள்ளப் பயன்படுகிறது. மேல்தாடை எலும்புகளின் அடிப்பகுதியிலிருந்து இத்தகடு வளர்கிறது. முக்கோண வடிவத்தில் தட்டையாகக் காணப்படும் இது பல இணையான வரிசைகளாக மேல்தாடையில் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் தலையின் நீள அச்சுக்குச் செங்கோணமாக வளர்ந்து கீழே இழைநார்களாக நீண்டு அமையும். ஒவ்வொரு தகடும், குட்டையாக, ஆனால் அகலமாகக் காணப்படுகிறது. தகட்டின் வெளி விளிம்பு நேராக உள்ளது. வாய் மூடும் நிலையில் கீழ்த் தாடையின் கீழுதடும், ஈறும் எலும்புத்தகடுகளின் வெளிப் பக்கத்தின் அருகில் மேல் நோக்கியவாறு செல்கின்றன. தாடைகள் மூடும் நிலையில், தகடுகள் உள்பக்கமாகவும், பின் பக்கமாகவும் வளைக்கப்படுகின்றன. எனவே தகடுகளின் இடையேயுள்ள நீரின் ஓட்டம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. ஒவ்வொரு தகட்டின் கூரான நுனியிழைகள் கூடிய உள்விளிம்பும் வெளிப்பக்கமாக வளைக்கப்படுகிறது. அதன் மேல் பல்வேறு பருமனும், நெகிழ்திறனும் உடைய இழை நார்கள் ஒன்றோடொன்று பின்னி ஒருவிதமான சல்லடை போன்றமைந்துள்ளன.

மிஸ்டாக்ஸ் (mystax) என்னும் சொல் கிரேக்க மொழியில் மீசை என்னும் பொருளையுடையது; மீசை போன்ற அமைப்பினாலேயே இது மிஸ்டகோசீட்டை எனப்படுகிறது. எலும்புத் தகடுகள் வாயின் மேலுச்சியிலிருந்து புத்தக இழைகளைப் போல் கீழ்நோக்கித் தொங்கும் நிலையில் உள்ளன. தகடுகளின் கீழ்நுனி மயிரிழை போன்று காணப்படுவதால் வாயில் நுழைந்த நீரை வடிகட்ட இவ்வமைப்புப் பயன்படுகிறது.



நீலத் திமிங்கலம் **(Balenoptera muscule)**

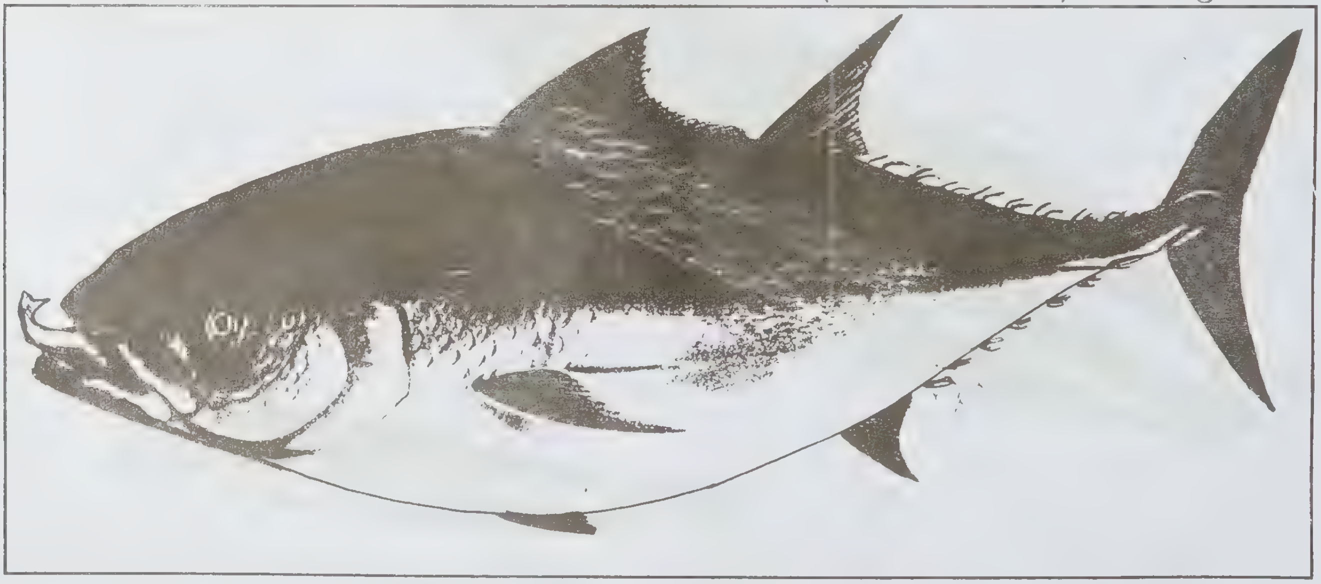
திமிங்கிலம் வாயைத் திறந்து கொண்டு நீரில் முன்னோக்கி நீந்தும்போது கடின ஓட்டுக்கணுக்காலி, மெல்லுடலி, மிதவை உயிரி, சிறிய மீன் போன்றவை வாய்க்குள் நுழைகின்றன. பின்னர் வாய் மூடப்பட எலும்புத்தகடுகள் அவற்றின் சல்லடை போன்ற இழை நார்களால் மிதவை உயிரிகளை நீருடன் வெளியேறாமல் தடுக்கின்றன. வாயை மூடிய நிலையில் மிதவை உயிரிகளை நாக்கு சேகரித்துத் தொண்டைக்கு அனுப்புகிறது. தகடுகள் கறுப்பு நிறமாகவும் அரிதாக வெள்ளை அல்லது இளம் மஞ்சள் நிறமாகவும் இருக்கின்றன. உள்விளிம்பின் இழைநாரும் தகடும் வழக்கமாக ஒரே நிறத்தில் உள்ளன. ஆனால் சில இனங்களில் வெவ்வேறு நிறத்திலும் இருக்கலாம்.

- வி. பிரபாகர்

நீலத் துடுப்புப் பாறை மீன்

பெர்சிஃபார்மிஸ் வரிசையில், ஸ்காம்ப்ரிடே குடும்பத்தில், துன்னஸ் இனத்தைச் சார்ந்த மீன்களைப் பொதுவாகச் சூரைமீன் (tuna fish) எனவும் நீலத் துடுப்புப் பாறை (blue fin tuna) மீன் எனவும் கூறுவர். அட்லாண்டிக் பெருங்கடல், இந்தியப் பெருங்கடல், பசிபிக் பெருங்கடல் போன்றவற்றில் வாழும் நீலத் துடுப்புப் பாறை மீன்களின் துடுப்புகளின் நீளம், அமைப்பு, நிறம், உடலின் நீள அகலங்கள், செவுள் கட்டைகளின் (gill rakers) எண்ணிக்கை முதலானவற்றைக் கொண்டு இனம் பகுத்துள்ளனர். இந்திய-பசிபிக் பெருங்கடலில் காணப்படும் இவ்வகை மீன்கள் ஓரியண்டல் நீலத் துடுப்புப் பாறை அல்லது துன்னஸ் ஓரியண்டாலிஸ் (Thunnus orientalis) எனவும், அட்லாண்டிக் கடலில் வசிப்பவை அட்லாண்டிக் நீலத் துடுப்புப் பாறை அல்லது துன்னஸ் தின்னஸ் (Thunnus thynnus) எனவும் குறிக்கப்படும். இந்திய-பசிபிக் பெருங்கடலில் வாழும், பிறிதோர் இனம் வடக்கு நீலத் துடுப்புப் பாறை அல்லது துன்னஸ் டோங்கால் (Thunnus tonggal) எனப்படும்.

கானாங்கெழுத்தி மீனைப் போன்ற உடலமைப்பைக் கொண்டுள்ள இதன் முதுகுப்புறம் கருநீலமாக இருக்கும். உடலின் பக்கவாட்டில் சில சமயங்களில் வெண் புள்ளிகள் காணப்படுகின்றன. தலை, வால் பக்கங்கள் கூம்பியும் உடல் உருண்டையாகவும் அமைந்துள்ளன. முதுகு, மார்பு, வயிற்றுத் துடுப்புகள் கருநீலமாகக் காணப்படுவதால் இவற்றை நீலத் துடுப்புப்பாறை என்பர். முதுகுத் துடுப்புக்குப் (dorsal fin) பின்னால் 8 அல்லது 9 சிறிய துடுப்புச்சதைகள் (finlets) காணப்படும். அவ்வாறே வயிற்றுத் துடுப்புக்குப் (ventral fin) பின்னால் 8 அல்லது 9 சிறிய துடுப்புச்சதைகள் உள்ளன. முதுகுத் துடுப்பில் 12-15 முட்கதிர்கள் (spinous rays) உள்ளன. முன் முதுகுத் துடுப்பு செங்குத்தாக நிற்கவும் விசிறி போல் மடங்கி முதுகில் உள்ள பள்ளத்தில் (groove) புதைந்துவிடவும் ஏற்ற அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. விரைவாகச் செல்லும்போது நீர்த்தடை ஏற்படாதவாறு மார்புத் துடுப்புகளும், இடைத் துடுப்புகளும் இவ்வாறே மடங்கி உடலில் அமைந்துள்ள பள்ளத்தில் புதைந்து கொள்ளும். இம்மீன் உடல் முழுதும் சிறிய செதிள்களினால் (scales) மூடப்பட்டிருக்கும். செவுள் மூடியை அடுத்து உடலின் முற்பகுதியில் செதிள்கள் மிக அடர்த்தியாகக் காணப்படுகின்றன. பக்கவாட்டில் உள்ள கால்வாய் (lateral line canal) வாலின் முன்னர்ல்



நீலத்துடுப்புப் பாறை மீன் **(Thunnus thynnus)**

நின்றுவிடுகிறது. அதைத் தொடர்ந்தாற்போல் வாலின் இரு பக்கங்களிலும் முகடு (keel) உள்ளது.

இது சிறிய மீன்களை வேட்டையாடி உண்ணும் (predatory) தன்மையுடையது. 4 மீ. நீளமும், ஒரு டன் எடையும் பெற்றது. நீரின் வெப்பம் 12°C உள்ள அனைத்துக் கடல்களிலும் இதைக் காணலாம். ஏறக்குறைய 20 மீன்கள் கொண்ட கூட்டமாகக் கடலில் செல்லும். குறிப்பிட்ட காலத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட கடல் பகுதியில் இனப்பெருக்கத்திற்கான முட்டைகளை விட்டு விட்டு அங்குச் சிறிது காலம் தங்கிப் பின்னர் வேறு இடங்களுக்குச் சென்றுவிடும். வட அமெரிக்காவில் ஃபிளோரிடாவை ஒட்டிய கடலில் பிடிக்கப்பட்டுக் குறிப்பு வளையம் (tag) இணைத்து மீண்டும் கடலில் விடப்பட்ட இரு நீலத் துடுப்புப் பாறை மீன்கள் 120 நாள்கள் சென்றபின் 7200 கி. மீட்டருக்கு அப்பால் நார்வே நாட்டிலுள்ள பெர்கன் நகரை அடுத்த கடலில் பிடிபட்டுள்ளன. ஒரு மீன் 5 ஆண்டுகளில் 6 கிகிராமிலிருந்து 40 கிகிராமாக வளர்ந்தமையை ஆய்வாளர்கள் கண்டுள்ளனர்.

சிறிய மீன்களை வேட்டையாடி உண்பவையாதலால் இம்மீனை மீன்பிடி கலங்களிலிருந்து தூண்டில் முள்களால் பிடிக்கின்றனர். தூண்டில் முள் முனையில் இரைக்குப் பதிலாகத் தனி வகையான சுழலும் தகடுகளைப் பொருத்துவர். மீன்பிடி கலங்கள் நீந்திச் செல்லும் இரை போன்று தோன்றுவதால், நீலத் துடுப்புப் பாறை மீன்கள் பாய்ந்து வந்து கவ்வும்போது தூண்டில் முள்களில் அகப்பட்டுக்கொள்ளும். மீன்பிடி கலங்களிலிருந்து ஒரு நீள கயிற்றில் இடைவெளி விட்ட பல தூண்டில் முள்களைக் கட்டிக் கடலில் தொங்கவிட்டு இவ்வகை மீன்களைப் பிடிப்பர். சில காலங்களில் 2 அல்லது 3 தூண்டில் கயிறுகளைக் கடலில் விட்டு மீன் பிடிப்பர்.

- க. பாலசுப்ரமணியன்

துணைநூல். F.D. Ommanney, *A Draught of Fishes*, Longman Publishers, London, 1965.

நீலத் தேவதை மீன்

இது கடல்வாழ் மீன்களான ஸ்குவாமி பின்னஸ் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. 3 குறுகிய நீலப் பட்டைகள் இதன் தலையிலும் 19 சாய்வான குறுகிய பட்டைகள் உடல் முழுவதும் அமைந்துள்ளன. இதன் மார்பு பழுப்பு நிறமானது. வால் மஞ்சள் நிறத்தில் அமைந்திருக்கும். கிழக்கு ஆப்பிரிக்காவிலிருந்து இந்துப் பெருங்கடல், மலேயாப் பெருங்கடல் வரை இது பரவியுள்ளது.

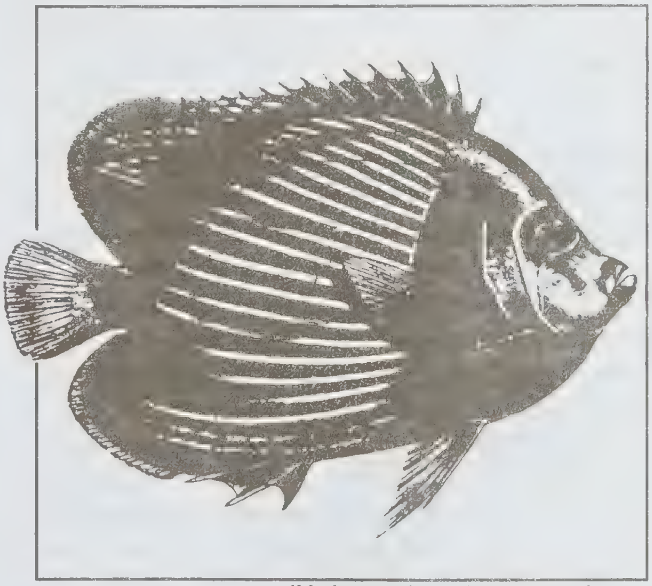
நீலத் தேவதை மீனின் (Holacanthus imperator) உடல் முட்டை வடிவில் நன்கு ஒடுங்கி உள்ளது. இதன் மூக்கு தூக்கலாக இருக்கும். பற்கள், வரிசையாக அமைந்துள்ளன. வால் முள்களும் முதுகுப்புறத் துடுப்புகளும் வலிமையானவை. செதில்கள் சிறியவை. இவை 20 செ.மீ. நீளம் வரை வளர வல்லவை.

இந்தியக் கடல்களில் ஹோலோகாந்தஸ் நிக்கோபாரியன்ஸ், ஹோலோகாந்தஸ் இம்பரேட்டர், ஹோலோகாந்தஸ் அன்னுலாரிஸ், ஹோலோகாந்தஸ் டயாகாந்தஸ், ஹோலோகாந்தஸ் சான்திரஸ், ஹோலோகாந்தஸ் சான்தோமெடாபன் எனப் பல வகை உண்டு. நிக்கோபர் கடலில் வாழும் மீனுக்கு வெள்ளை, நீல நிறக் கட்டுகள் உண்டு. ஆறு, ஏழு நீல நிறக் கட்டுகள் அன்னுலாரிஸ் வகையிலும், 12 நீலப் பழுப்புக்கட்டுகள் டயகாந்தசிலும் காணப்படுகின்றன. முதுகுப்புறத் துடுப்பு ஒன்று மட்டுமே இருக்கிறது. இதில் 12-15 முள்கள் உள்ளன. வால் துடுப்பில் 3 அல்லது 4 முள்கள் தென்படுகின்றன.

ஹோலோகாந்தஸ் இம்பரேட்டர் (Holacanthus imperator). இது நீல நிறமானது. தலையில் 3 குறுகிய நீல நிறக் கட்டுகளும் 19 பக்கவாட்டுக் கட்டுகளும் அமைந்துள்ளன.

ஹோலோகாந்தஸ் நிக்கோபாரியன்ஸ். செங்கடலிலும், நிக்கோபார் கடலிலும் வாழும் இம்மீனின் உடல் முழுவதும் நீலநிறக் கட்டுகள் போர்த்தப்பட்டிருக்கும்.

ஹோலோகாந்தஸ் அன்னுலாரிஸ். நீல வளையங்கள் முதுகின் மேல் பொதிந்துள்ளன. 6 அல்லது 7 கட்டுகள், கண்களிலிருந்து வெளியேறிச் செல்கின்றன. இதன் வால் மஞ்சள் நிறமானது. செதில்கள் சற்றே பெரியவை.



நீலத் தேவதை மீன் (Holacanthus imperator)

ஹோலோகாந்தஸ் டயாகாந்தஸ். மஞ்சள் நிறத்தில் 8 அல்லது 12 நீலப் பழுப்புக் கட்டுகள் தென்படுகின்றன.

ஹோலோகாந்தஸ் சான்திரஸ். பழுப்பு வெளிறிய கட்டுகள் பல இடங்களில் உள்ளன. மஞ்சள் புள்ளி ஒன்றும் முதுகின்மேல் உள்ளது.

ஹோலோகாந்தஸ் சான்தோமெடாபஸ். நீல ...மான மஞ்சள், கறுப்புப் புள்ளிகள் கன்னத்தின் ...லும், நீலப்புள்ளிகள் ஒவ்வொரு உடம்புச் செதிலிலும் ...மைந்துள்ளன.

...நீண்ட காலத்திற்கு முன் ஒரு வியப்பூட்டும் மீன் ...க்கப்பட்டது. இது போமகான்தோடஸ் செமிசர்குலேடஸ் ...றுு குறிக்கப்பட்டது. ஜான்சிபார் நாட்டில் இம்மீன் ...த விற்பனைக்கு வந்தது. இதன் தலையில் ...நிவிட்டு வெள்ளைக் கோடுகள் பல இருந்தன. இதன் ...டுப்பு நன்கு அமைந்திருந்தது. பழைய அரபி ...த்துக்களைப் போல் லைலாகி-இல்லா (அல்லா தவிர ...று கடவுள் இல்லை) என்று ஒரு பக்கத்திலும், ஷானி ...லா (அல்லாவிடமிருந்து வந்த எச்சரிக்கை) என்று ...பக்கத்திலும் எழுதப்பட்டிருந்தது.

...லத் தேவதை மீன் நீலநிறம் பெற்றிருப்பதன் காரணம் ... விளங்கவில்லை. பாறைகளுக்கு ஏற்ப இது ...ளைப் பெறும் பாங்கு தகவமைப்புப் பண்பு ...ம். உடன் உறையும் பவளங்களுக்கு ஏற்றாற்போலும் ...த்தை மாற்றிக் கொள்ள வல்லது. தொட்டிமீன் வளர்ப்பிலும் மிக முக்கியமான வகையாகும். வண்ணத்துப் பூச்சிகளைப் போன்று வண்ணங்கள் அமைவதால் வண்ணத்துப்பூச்சி மீன் என்றும் இதைக் குறிப்பிடுவர். மிக வேகமாக நீந்தும் குட்டையான இம்மீனை முள்கள் நிறைந்துள்ளமையால் ஏனைய மீன்கள் உண்பதில்லை.

- ஜி.எம். நடராஜன்

துணைநூல். J.R. Norman, *A History of Fishes*, Ernest Benn Ltd., London, 1963.

நீலாம்பரம்

இதனைப் பச்சாம்பரம், அடுக்குக் குருங்கு என்றும் கூறுவர். இதன் தாவரப் பெயர் எக்போலியம் விரிடி (Ecobolium viride) ஆகும். எ.லின்னேயானம் (E.linneanum), ஜஸ்டீசா விரிடிஸ் (Justicia viridis), ஜஸ்டீசியா எக்போலியம் (J.ecbolium) என்பன இதன் இணை தாவரப்பெயர்களாகும். இது அக்காந்தேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இந்தியாவின் வடகிழக்குப் பகுதியிலும், தென் பகுதியிலும் இது காணப்படுகிறது.

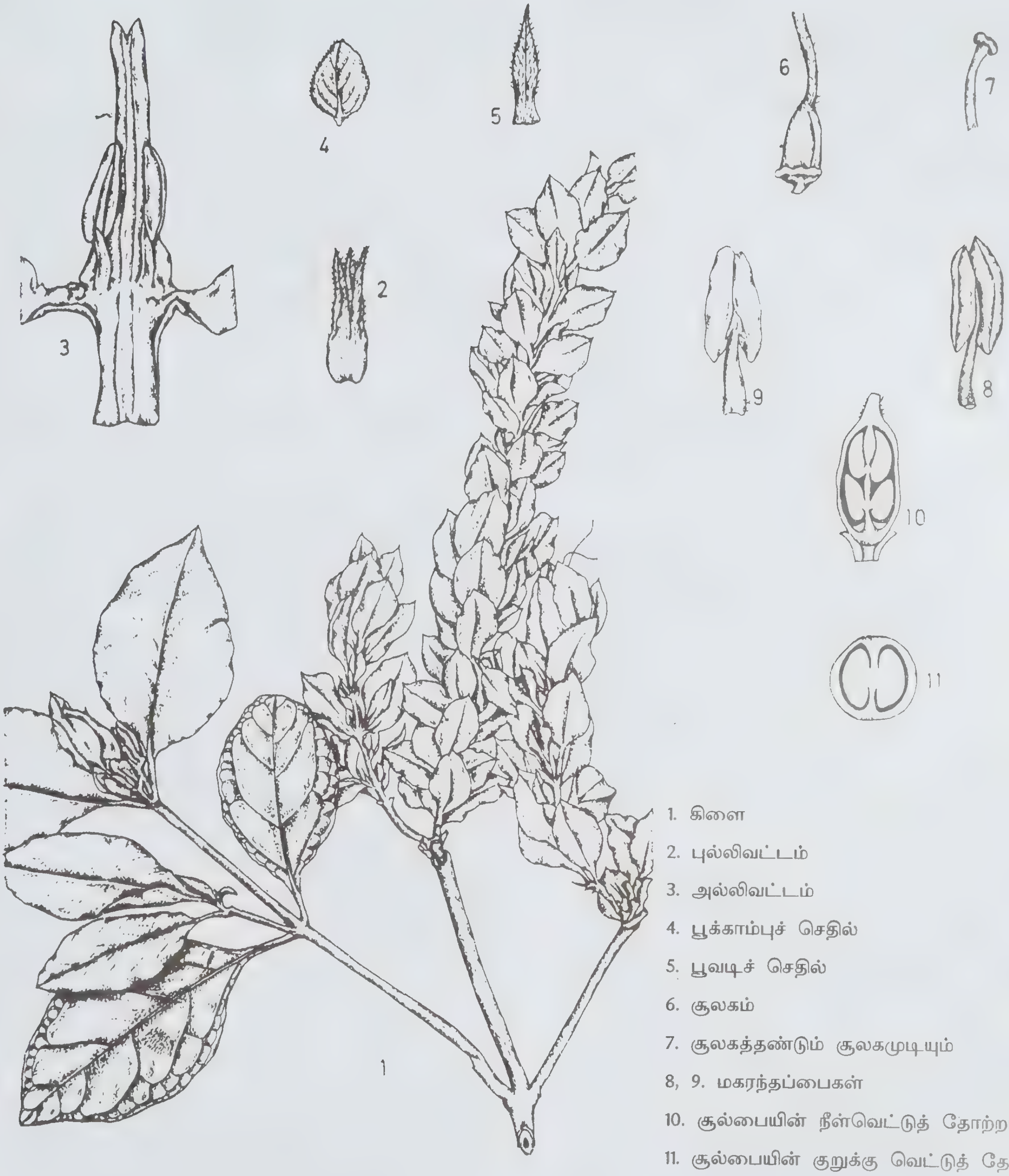
அமைப்பு. இது 1.5-2.5 மீ. உயரம் வளரும் புதர் போன்ற செடி. இது பெரும்பாலும் முடிகளற்று இருக்கும். இதன் இலைகள் முழுமையானவை. நீள்வட்டம் முட்டை-தலைகீழ்முட்டை வடிவிலிருக்கும். இலைக்காம்பின் நீளம் 2 செ.மீ. மஞ்சரிக்கதிர்கள் கிளைநுனியிலோ இலைக்கக்கங்களிலோ உண்டாகியிருக்கும். இலை போன்ற பூவடிச் செதில்கள் 5 காணப்படும். சிறிய பூக்காம்புச் செதில்கள் இரண்டும் குத்துவாள் வடிவானவை. குத்துவாள் வடிவான புல்லி இதழ்கள் ஐந்தும் சமமற்றவை. அல்லி வட்டம் நீலம் கலந்த பச்சைநிறமாக இருக்கும். மென்மையான அல்லிக் குழல் குறுகிய உருளை போன்று 3 செ.மீ. நீளத்திலிருக்கும். இரண்டு உதடுகள் கொண்ட மடல்கள் ஐந்தும் அடுக்கிதழ் அமைவிலிருக்கும். மேல் உதடு 1 செ.மீ. அளவானது. குறுகலாயும், பிளவாயும், குட்டையாயும் இருக்கும். கூரிய கீழ் உதடு அகலமாயும் தொங்கிக் கொண்டுமிருக்கும். மகரந்தத்தாள்கள் இரண்டும் மேல் உதட்டில் செருகப்பட்டிருக்கும். மகரந்தப்பைகள் 2 அறைகள் கொண்டவை. 2 மி.மீ. உயர மகரந்தக்கம்பி தட்டையானது. சூல்பையில் 2 அறைகள் உண்டு. ஒவ்வோர் அறையிலும் 2 சூல்கள் காணப்படும். சூலகத்தண்டு நூல் வடிவானது. சூலகமுடி உருண்டையானது. கனி, முட்டை வடிவ அமுங்கிய வெடிகனி (capsule) ஆகும். இது திடமான கூர்மையான காம்பில் முடிவடைந்திருக்கும். அமுங்கிய விதைகள் இரண்டும் வட்டமானவை (பக்கம் 827 பார்க்க).

பயன். இச்செடியின் வேர்கள் மஞ்சள் காமாலை, வாதநோய், பெரும்பாடு ஆகிய நோய்களைப் போக்கும். இலைகள் சுருக்க நோயைக் (stricture) குணமாக்கும். இச்செடியின் அனைத்துப் பகுதிகளும் சிறுநீர் கழிக்கும்போது ஏற்படும் வலி, முடக்குவாதம் ஆகியவற்றை நீக்கும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நீலி எருமை

இந்த இன எருமைகளின் தாயகம் பாகிஸ்தானிலுள்ள மாண்ட் காமரி, மூல்டான் மாவட்டங்களும் ஃபெரோஸ்பூர் மாவட்டமும் ஆகும். இந்த இனத்தின் சிறந்த எருமைகள் சட்லெஜ் நதிக் கரையோரமாகக் காணப்படுகின்றன. சட்லெஜ் நதியின் ஆழ்ந்த நீலநிறத்திலிருந்து இந்த இனம் நீலி என்னும் பெயரினைப் பெற்றுள்ளது. இந்த இனத்தின் தாயகமான தாழ்வான மணற்பாங்கான பகுதியில் மழையளவு குறைவு. இவை பருவக் காலத்தில் சட்லெஜ் நதி வெள்ளத்தால் பாதிக்கப்படக்கூடிய பகுதிகள்.



1. கிளை
2. புல்லிவட்டம்
3. அல்லிவட்டம்
4. பூக்காம்புச் செதில்
5. பூவடிச் செதில்
6. சூலகம்
7. சூலகத்தண்டும் சூலகமுடியும்
8, 9. மகரந்தப்பைகள்
10. சூல்பையின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம்
11. சூல்பையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

நீலாம்பரம் **(Ecbolium viride)**

இங்கு வளரக் கூடிய தீவனப் புல் வகைகள் அருகம்புல், அஞ்சனப் புல், மைனா போன்றவை. இவற்றை எருமைகள் விரும்பி உண்கின்றன. இந்த இனத்தை நாடோடி இனத்தவர் வளர்த்து வருகின்றனர். எருமைகள் மிகுதியாக க்கப்பட்டாலும் அவை முறையாகப் பராமரிக்கப்படுவதில்லை.

நீலி எருமை இனம் மிகச் சிறந்த எருமையினங்களுள் ஒன்று எனலாம். இவ்வெருமை நடுத்தர ஆழ்ந்த உடலமைப்பும், நீண்ட தலையும் கொண்டது. தலையின் மேற்புறத்தில் வளைந்தும் கண்களுக்கு இடையில் குழிந்தும் காணப்படும். கொம்புகள் சிறியனவாகவும், வளைந்தும் காணப்படும். கழுத்து நீண்டும் மெலிந்தும் காணப்படும். மடி நன்றாக வளர்ச்சியடைந்து காணப்படும். வால் தரையைத் தொடுமளவிற்கு நீண்டிருக்கும். சராசரி எருமை 1000 பவுண்டு எடையும் வளர்ந்த கடா 1700 பவுண்ட் எடையும் கொண்டுள்ளன. சராசரி பால் அளவு 250 நாள்களில் 3500 பவுண்ட் இருக்கும். இந்த இனம் அமைதியாகவும் சிறந்த பால் சுரப்புத் திறனுடனும் காணப்படும். உடல் நிறம் கறுப்பாகவும் சில சமயம் பழுப்பாகவும் இருக்கக்கூடும்.

கண்களைச் சுற்றி வெள்ளை வளையம், நெற்றி, முகம், வாய், கால் பகுதிகளில் வெள்ளைத் திட்டுகள் காணப்படும். வாலின் நுனியில் வெள்ளைக் குஞ்சம் காணப்படும். தலையின் மேற்பகுதி குழிவாகவும் இரு பகுதிகளாகப் பிரிந்தும் காணப்படும். நெற்றி தாழ்ந்திருக்கும். முகத்தில் வெள்ளைப் புள்ளிகள் இருக்கக்கூடும். கண்கள் பெரியனவாகவும், ஒளியுடனும் பெண் எருமைகளில் காணப்படும். கடாக்களில் இவ்வாறு காணப்படுவதில்லை. பெரும்பான்மை மாடுகளின் கண்களில் வெள்ளை வட்டம் இருந்தாலும் கறுப்பு நிறக் கண்களும் காணப்படலாம். காதுகள் நடுத்தரமாகவும், நுனியில் கூராகவும் இருக்கும். கொம்புகள் குட்டையாகவும், அடிப்புறம் தடித்தும், குறுகலாக வளைந்தும் காணப்படும். கழுத்து நீண்டும் மெலிந்தும் காணப்படும். மார்பு ஆழ்ந்தும் வட்ட வடிவமாகவும் இருக்கும். கால்கள் சீராகவும் குட்டையாகவும் உறுதியான எலும்பு வளர்ச்சியுடனும் காணப்படும். வயிற்றுப் பகுதி நீண்டும் ஆழ்ந்தும் காணப்படும். பெண் எருமைகளில் உடலின் முன் பகுதி குறுகியும் பின்பகுதி அகன்றும் காணப்படும். கடா எருமைகளில் முன்புறம் மிகவும் வளர்ச்சி பெற்றுப் பெரிதாகக் காட்சியளிக்கும். மார்பு எலும்பும் முதுகுப் பகுதியும் நேராகவும், உறுதியாகவும், அகன்றுமிருக்கும். திமிங்கிலங்கள் இராவிடினும் அப்பகுதி உயர்ந்து காணப்படும். தொடைகளும் பின் கால்களும் நன்றாக வளர்ச்சி பெற்றுள்ளன. வால் நீண்டும் மேலிருந்து கீழாகக் குறுகியும் வெள்ளை நிறக் குஞ்சத்துடன் குளம்புகள் வரை நீண்டும் காணப்படும். பெண் எருமைகளில் மடி நன்கு வளர்ச்சி பெற்ற அகன்ற காம்புகளுடன் காணப்படும். தோல் மெலிந்தும் தளர்வுற்றும் காணப்படும். முடிகள் குறைந்த அளவே இருக்கும்.

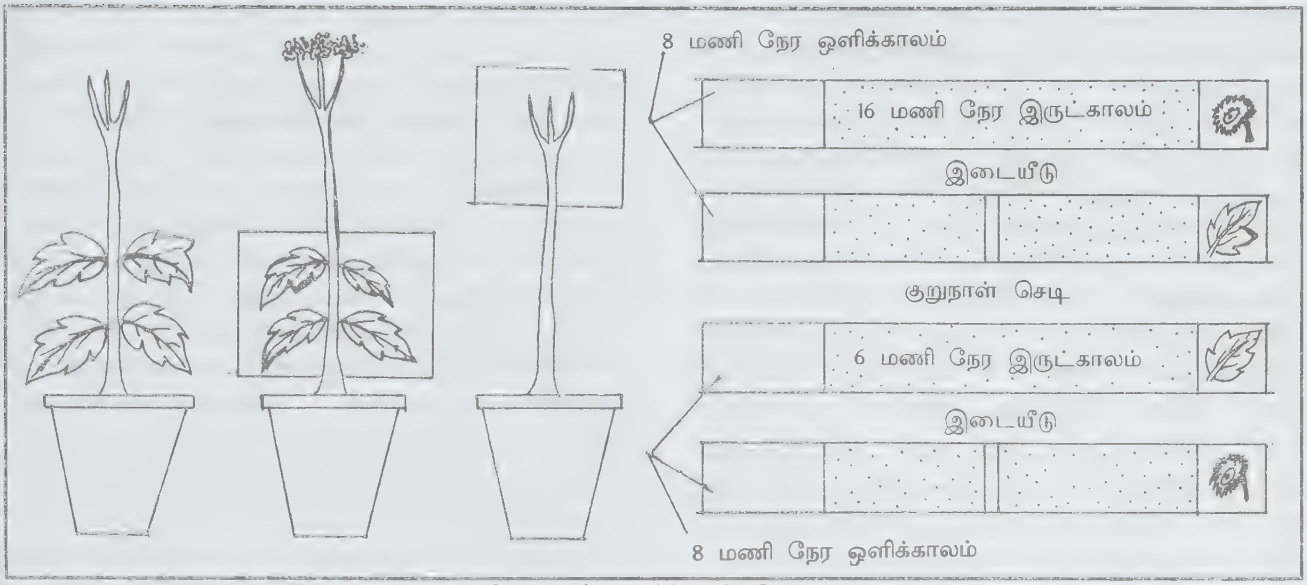
- இரா. வசந்தகுமார்

நீள் நாள் தாவரங்கள்

இவற்றை நெடும்பகல் தாவரங்கள் என்றும் குறு இரவுத் தாவரங்கள் என்றும் கூறலாம். இவற்றிற்கான ஒளிக்காலம் (photoperiod) 12 மணி அளவாகும். ஒளிக்காலம் 12 மணிக்கு மேல் இருந்தால் இவை பூக்கும்; இதற்குக் குறைந்தால் பூப்பதில்லை.

ஒளிக்காலம் தாவரத்திற்குத் தாவரம் வேறுபட்டு 4-18 மணி வரையிலும் இருக்கும். இவற்றிற்குக் குறுகிய இருட்காலம் அல்லது இருட்காலமே தேவைப்படா நிலையேற்படும். நீள் நாள் தாவரங்களுக்குப் பூப்பதைத் தடைப்படுத்தும் காரணியாகவும் இருட்காலம் உள்ளது. இத்தாவரங்களுக்கு அவற்றின் இருட்காலத்தில் கணநேரத் திடீர் ஒளி கொடுத்தால் அவற்றைக் குறுநாள் தாவரங்களைப் போலப் பூக்கச் செய்யலாம். இயல்பான குறுநாள் தாவரங்களுக்குக் கிடைக்கக்கூடிய இருட்காலத்தைவிடக் குறைந்தளவு இருட்காலம் கிடைத்தாலும் நீள்நாள் தாவரங்கள் பூக்கும் ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. 24 மணி நேர ஒளி-இருள் சுழற்சிக் காலத்தில் 16 மணி நேர ஒளியில் பூக்கும் நீள்நாள் தாவரங்கள் 12 மணி நேர ஒளி-இருள் சுழற்சிக்காலத்தில் 8 மணி நேர ஒளி இருந்தாலேயே பூக்கும். எனவே, நீள்நாள் தாவரங்கள் குறைந்த இருட்காலத்தில் பூப்பதற்குக் குறைந்த ஒளிக்காலம் காரணமாக அமையாமல், இருட்காலம் நீண்டுள்ளமையே காரணமாகிறது.

ஒளிக்காலத் தூண்டல். சாந்திமம் என்னும் குறுநாள் தாவரத்தை ஒரே ஒரு நாள் குறைந்த ஒளிக்காலத்தில் வைத்திருந்தால் அது பூக்கிறது. அதற்குப் பின்னர் அதை நீண்ட ஒளிக்காலத்தில் வைத்தாலும் பூக்கிறது. எனவே, ஒரே ஒரு நாள் அளிக்கப்பட்ட குறைந்த ஒளிக்காலம் பூப்பதைத் தூண்டுகிறது. இவ்விளைவு ஒளிக்காலத் தூண்டல் அல்லது ஒளிக்காலப் பின்விளைவு (photoperiodic induction) எனப்படும். இக்கால அளவு, செடிக்குச் செடி மாறுபடுகிறது. சான்றாக, ஹென்பேன் என்னும் நீள்நாள் செடியைத் தொடர்ந்து 3 நாள் ஒளியில் வைத்திருந்தால் பின்னர் எந்த ஒளிக்காலத்திலும் பூக்கிறது. குறுநாள் செடியாகிய சோயாபீன்ஸ் செடியை 8-30 நாள் வைத்திருக்க வேண்டும்.



படம் 1 படம் 2. நீள்நாள் செடி

உணர்பகுதி. ஒளிக்காலத்தில் தூண்டுதலைத் தாவரத்தின் எப்பகுதி உணர்கிறது என்று அறிய, சோவியத் நாட்டு அறிவியலறிஞர் சைலக்கியான் என்பார் ஓர் ஆய்வு செய்தார். இவர் குறு ஒளிநாள் தாவரமான கிரைசாந்திமத்தை எடுத்துக்கொண்டார். முதல் செடியின் நுனியில் உள்ள இலைகள் அகற்றப்பட்டன. அடிப்பகுதியில் மட்டும் இலைகள் விட்டு வைக்கப்பட்டன. இது 12 மணி நேரம் ஒளிக்காலம் கிடைக்குமாறு தோட்டத்தில் வைக்கப்பட்டது. மற்றொரு செடியின் மேல்பகுதி இலைகளை மட்டும் நீக்கிவிட்டு 8 மணி நேரம் ஒளிக்காலம் கொடுத்த பின்னர், இலைகள் மட்டும் மூடி மறைக்கப்பட்டன. இலைகளை எடுத்த செடியின் மேல்பகுதி நீண்ட ஒளிக்காலத்தைப் பெற்றது. மூன்றாம் செடியில் 8 மணி நேர ஒளிக்காலத்திற்குப் பிறகு தண்டு மூடி மறைக்கப்பட்டது. இலைகள் தொடர்ந்து நீண்ட ஒளிக்காலத்தில் இருந்தன. ஆய்வு முடிவில் எச்செடியின் இலைக்குக் குறுகிய ஒளிக்காலம் அளிக்கப்பட்டதோ, அந்தச் செடி பூத்தது. குறைந்த ஒளிக்காலம் தண்டிற்கு அளிக்கப்பட்டால் அது பூப்பதில்லை. எனவே, இலைகளே ஒளிக்காலத்தில் தூண்டுதலை உணர்கின்றன என்பது தெளிவாகிறது.

இருட்காலத்தின் இன்றியமையாமை. தாவரங்கள் இயல்பான சூழலில் 24 மணி நேர இருள், ஒளி வட்டங்களில் வளர்கின்றன. ஒளிக்காலத்தை ஆராய்ந்ததில், ஒளியைவிட இருட்காலத்தின் எதிர் விளைவினாலேயே தாவரங்கள் பூப்பது அறியப்பட்டது. சான்றாக, குறுநாள் தாவரங்கள் ஒரு தீர்வுகட்ட இருட்காலத்திற்கு மிகுதியானால் பூக்கின்றன என்றும், நீள்நாள் தாவரங்கள் ஒரு தீர்வு கட்ட இருட்காலத்திற்குக் குறைந்தால் பூக்கின்றன என்றும் பெறப்பட்டது.

தாவரங்கள் பூத்தலில் இருட்காலத்தின் இன்றியமையாமையை ஹாம்னெர், பான்னெர் ஆகியோர் சாந்திமம் செடியில் செய்த ஆய்வுகளிலிருந்து அறியலாம். சாந்திமம் செடிக்கு 16 மணிநேர இருட்டும், 8 மணி நேர ஒளியும் கொடுத்தபோது பூக்கிறது. இரண்டாம் செடி 16 மணி நேர இருட்டிலும் சிறிது காலம் ஒளியிலும் மீண்டும் இருட்டிலும் வைத்து ஆராயப்பட்டது. 8 மணி நேர ஒளியில் வைக்கப்பட்டபோது இது பூக்கவில்லை. அதாவது, இதற்குக் கொடுக்கப்பட்ட இருட்காலம் தொடர்ச்சியாகக் கொடுக்கப்பட்டது. மூன்றாம் செடிக்கு 16மணி நேரம் தொடர்ச்சியான இருட்காலம் கொடுக்கப்பட்டது. 8மணி நேர ஒளிக்காலத்திற்கிடையே சிறிது காலம் இருட்டில் வைக்கப்பட்டது. இப்போது செடி பூப்பது அறியப்பட்டது. மேற்காணும் ஆய்வுகளிலிருந்து குறுநாள் செடிகள் பூப்பதற்கு இடையீடு அற்ற நீண்ட இருட்காலம் தேவைப்படுகிறது என்பது தெரிகிறது.

இவ்வகை ஆய்வு நீள் நாள் தாவரங்களைக் கொண்டும் செய்யப்பட்டது. பால்லி என்னும் ஒரு நீள்நாள் தாவரத்தை 12 மணி நேர ஒளியிலும், 12 மணி நேர இருட்டிலும் வைக்கும்போது பூப்பதில்லை. ஆனால், இருட்காலத்தில் ஒரு விளக்கைப் போட்டுச் சிறிது நேரம் இருளில் இடையீட்டை உண்டாக்கி, ஒளியில் வைத்தபோது பால்லிச் செடியில் பூக்கள் தோன்றுகின்றன. எனவே, நீள் நாள் தாவரங்களுக்கு நீண்ட இருள் கூடாது என்பது தெரிகிறது.

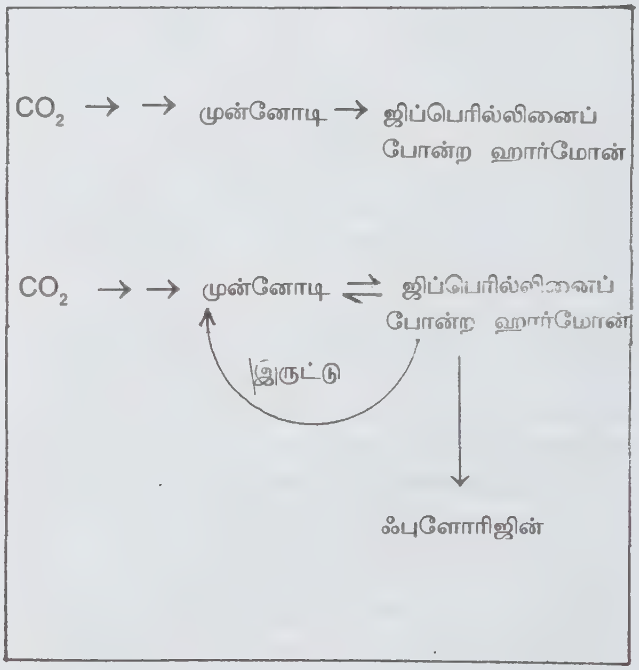
இருட்காலத்தில் சிவப்பு விளக்கால் இடையீடு உண்டாக்கினால் ஒளிக்காலத் தூண்டுதல்கள் நன்றாக நடைபெறுகின்றன. 660 மில்லிமைக்ரான் அலைநீளம் உள்ள சிவப்புக் கதிர்களே ஒளிக்காலத் தூண்டுதலை நன்றாகத் தூண்டச் செய்கின்றன. சாந்திமம் செடிக்கு 8மணி நேர இருட்காலத்தின் நடுவில் 660 மில்லிமைக்ரான் அலை நீளமுள்ள சிவப்புக் கதிர்கள் ஒவ்வா விளைவுகளைத் தருகின்றன. சிவப்புக் கதிர்களுடன் 735 மில்லிமைக்ரான் அலை நீளமுள்ள தொலைச்சிவப்புக் கதிர்கள் (far red rays) அளிக்கப்பட்டால், செடி பூக்கிறது. சிவப்புக் கதிர்களின் ஒவ்வா விளைவுகளைத் தொலைச் சிவப்புக் கதிர்கள் நீக்கியமையால் செடி பூக்கிறது.

ஒளிக்காலத் தூண்டுதலுக்குக் காரணமானது ஃபைடோகுரோம் என்னும் நிறமி என்றும், இது இலைகளில் காணப்படுகிறதென்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இந்நிறமி இரு வடிவங்களில் காணப்படும். ஒன்று சிவப்புக் கதிர்களையும், மற்றொன்று தொலைச் சிவப்புக் கதிர்களையும் உறிஞ்சும் ஆற்றல் பெற்றவை. தாவரங்களில் இத்தகைய நிறமிகள் செயல்படும் விதத்தைப் பார்த்விக் என்பார் ஆராய்ந்து, கீழ்க்காணும் முடிவுகளைப் பெற்றார். பகலில் தொலை சிவப்புக் கதிர்களை உறிஞ்சும் ஃபைடோகுரோம் இலைகளில் குவிகிறது. இது குறுநாள் தாவரங்களில் பூப்பதைத் தூண்டவும் செய்கிறது. இருட்காலத்தில் தொலைச் சிவப்புக் கதிர்களை உறிஞ்சும் ஃபைடோகுரோம் அழிந்துவிடுகிறது. இது குறுநாள் தாவரங்களில் பூப்பதைத் தூண்டி, நீள் நாள் தாவரங்களில் பூப்பதைத் தடுக்கிறது.

ஜிப்பெரில்லின்களும் பூப்பூத்தல் விளைவும். நீள் நாள் தாவரங்களில் ஜிப்பெரில்லினைத் தூவப் பூக்கள் பூக்கின்றன. ஆனால், ஜிப்பெரில்லின் பூக்கச் செய்யும் ஆக்சினாகச் செயல்படுவதில்லை. எனவே, இது நேரிடையாகப் பூத்தலுக்கு உதவுவதில்லை. நீள் நாள் தாவரங்களைப் பூக்கச் செய்வதற்கும் வேறுபாடு உண்டு. முதலில் நீள் நாள் தூண்டுதலில் பூத்தோற்றுவிகளும் (floral primordia) தண்டு நீட்சியும் ஒரே சமயத்தில் நடைபெறுகின்றன என்று ஜே.ஏ. லூக்ஹார்ட் கண்டுபிடித்தார்.

ஜிப்பெரில்லின் கொண்டு தூண்டச் செய்த தாவரங்களில் பூத்தோற்றுவிகள் தோன்றுவதற்குச் சிறிது காலத்திற்கு முன்னர் தண்டு நீட்சி ஏற்பட்டதென ஏ. லாங், எஸ்.எச்.விட்வெர், எம்.ஜே.புகோவாக் ஆகியோர் கண்டுபிடித்தனர். ஜிப்பெரில்லினால் தூண்டப்பட்ட வளர்ச்சியும் மாறுபாடும் பூப்பதற்கும், வளர்ச்சிக்கும் உரிய தேவைகளை நிறைவு செய்கின்றன. இதனால் மறைமுகமாகப் பூத்தல் தூண்டப்படுகிறது. ஜிப்பெரில்லின்களால் குறுநாள் தாவரங்களில் பூப்பதைத் தூண்ட இயலவில்லை. ஒளிக்காலத்தில் ஜிப்பெரில்லினை ஒத்த ஆக்சின் உண்டாவதாகப் பிரியன் என்பார் கருத்துரைத்தார். இவர் கருத்துப்படி முன்னோடிப் பொருள், பூப்பதற்குச் சிறிது தூண்டும்படியாகவும், நடுநிலையாகவும், எதிர்ப்பகுதியாகவும் உள்ளது. சிவப்பு ஒளிக்கதிர்களில் முன்னோடிப் பொருள் ஜிப்பெரில்லினைப் போன்ற பொருள்களாக மாற்றப்படுகிறது. இருட்காலத்தில் ஜிப்பெரில்லினை ஒத்த பொருள் மீண்டும் முன்னோடிப் பொருளாக மாறிவிடுகிறது. இவ்வாறு மாறுவதைத் தொலைச் சிவப்புக் கதிர்கள் விரைவுபடுத்துகின்றன.

நீள் நாள் தாவரங்களில் ஃபுளோரிஜின் உண்டாக்கப் பெருமளவிலான ஜிப்பெரில்லினை ஒத்த ஆக்சின்கள் தேவைப்படுகின்றன. குறு நாள் தாவரங்களில் பூக்களை உண்டாக்கக் குறைந்த அளவு ஜிப்பெரில்லினை ஒத்த ஆக்சினே போதுமானதாக உள்ளது. போதுமான அளவு ஃபுளோரிஜின் உண்டாகிய பின்னர், குறு நாள் தாவரங்களிலும் நீள் நாள் தாவரங்களிலும் பூக்கள் உண்டாகும்.



படம் 3. ஃபுளோரிஜின் உண்டாகும் விதம்

நீள் நாள் தாவரங்களிலும், குறு நாள் தாவரங்களிலும் ஜிப்பெரில்லின் அளவைச் சைலக்கியான் என்பார் ஆராய்ந்தபோது நீள் நாள் சூழலில் தாவரங்களில் மிகுதியான ஜிப்பெரில்லின்கள் இலைகளில் உள்ளமையைக் கண்டார். இவர் ஜிப்பெரில்லினுக்கும், பூப்பூப்பதற்கும் உள்ள தொடர்பைக் குறித்து ஒரு கோட்பாட்டை உருவாக்கினார். இதன்படி, பூப்பதில் இரு நிலைகள் உள்ளன. முதல்நிலை ஜிப்பெரில்லினாலும், இரண்டாம் நிலை ஆந்தெசின் என்னும் பொருளாலும் தூண்டச்செய்யும். இரண்டும் சேர்ந்து உண்மையான ஃப்புளோரிஜினை உண்டாக்குகின்றன. நீள் நாள் தாவரங்களில் போதுமான அளவில் அந்தெசின் உள்ளது ஆனால் ஜிப்பெரில்லின் இல்லை. குறு நாள் தாவரங்களில் ஜிப்பெரில்லின் மிகுதியாகவும், ஆந்தெசின் குறைவாகவும் உள்ளன. ஜிப்பெரில்லினைப் பயன்படுத்தி, நீள் நாள் தாவரங்கள் பூக்கச் செய்வதும், குறு நாள் தாவரங்களில் ஜிப்பெரில்லினைப் பயன்படுத்தி நடுநிலை விளைவுகளைத் தூண்டுவதும் இக்கோட்பாட்டால் விளக்கப்படும்.

- கே.ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

துணை நூல். R.D. Good, *The Geography of Flowering Plants,* Longmans Pvt, Ltd., London, 1964.

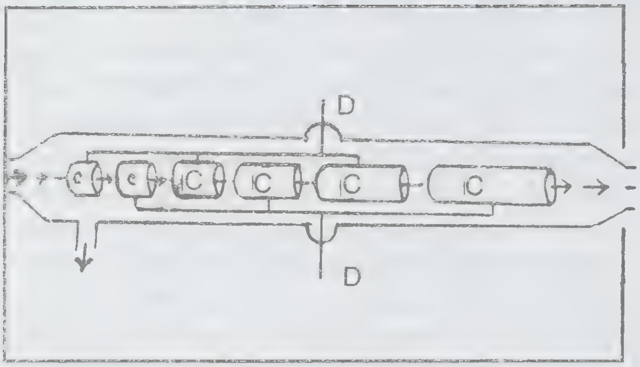
நீள் முடுக்கி

ரேடியோ அதிர்வெண்ணுள்ள மின்புலங்களின் உதவியால் துகள்களை நேர்கோடான பாதைகளில் முடுக்கி விடுகிற கருவி நீள் அல்லது நேர்கோட்டு முடுக்கி (linear accelarator) எனப்படும். இதைச் சுருக்கமாக லினாக் என்பர். ஒரு குறிப்பிட்ட புலப்பகுதியைத் துகள்கள் ஒரே ஒரு முறையே கடக்கின்றன. துகளின் ஓடுபாதை முழுவதிலும் இத்தகைய புலங்களை உண்டாக்க வேண்டும். எனவே பேராற்றல் மிக்க புலங்கள் தேவைப்படும். அறை வெப்பநிலையில் இயங்கும் அமைப்புகளுக்கு ரேடியோ அதிர்வெண்ணில் மெகாவாட் அளவுகளில் திறன் கொண்ட புலங்கள் வேண்டும். ஆனால் அண்மையில் உருவாக்கப்பட்ட மிகுகடத்து லினாக்குகளில் சில வாட்கள் அளவேயுள்ள திறன் போதுமானதாகக் காணப்பட்டிருக்கிறது.

முடுக்கிகளின் தத்துவத்தைக் கண்டுபிடித்தவர்களில் லாரன்ஸ் முதன்மையான இடத்தைப் பெறுகிறார். இக்கருவிகளுக்கு ஒத்ததிர்வு முடுக்கம் (resonance accelaration) என்னும் தத்துவமே அடிப்படையானது. மாறாத அளவிலான, மிகப்பெரும் மின்னழுத்தங்களை ஒரே நேரத்தில் துகள்களின் மேல் செலுத்தி அவற்றை முடுக்குவதைவிடச் சிறு மின்னழுத்தங்களைக் காலாந்தரத் தன்மையில் அவற்றில் மேல் விட்டு விட்டுச் செலுத்தி அவற்றைப் பல கோடி எலெக்ட்ரான் வோல்ட் அளவுக்கு ஆற்றலுள்ளவையாக முடுக்க முடியும். அவ்வாறான காலாந்தர முடுக்கம், துகள்களின் மேல் உயர் அதிர்வெண்ணுள்ள அலைவு மின்னழுத்தங்களைச் செலுத்துவதன் மூலம் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக நேர் மின் அயனிகள் ஓர் அலைவு மின்னழுத்தத்தின் ஏதாவது ஒரு பாதி அலைவின் போதும் அவை மின்னழுத்தத்தின் ஆளுகையில் இருந்தால் அவை எதிர் முடுக்கத்திற்கு உள்ளாகி வேகத்தை இழந்துவிடும். இதற்கு மாறாக அடுத்த பாதி அலைவின்போது துகள்களை ஒரு கருவியின் மூலம் மின்புலத்தின் பாதிப்பிலிருந்து பாதுகாத்துவிட்டால் அவை தொடர்ந்து ஓடி மூன்றாம் அலை அலைவின்போது மீண்டும் முடுக்கத்திற்கு உள்ளாகும்.

ஒன்றுவிட்டு ஒன்றான அலை அலைவுகள் ஒரே திசையில் இருக்குமாதலால் துகள்கள் அடுத்தடுத்துச் சம அளவான முடுக்கங்களைப் பெறும். இதுவே ஒத்ததிர்வு முடுக்கத்தின் செயல்முறையாகும். இதில் துகள்களின் திசைவேகம் படிப்படியாக அதிகரித்துக் கொண்டே போகும். அலைவுகளின் திசை மாற்றங்கள் விரைவாக இருந்தால் துகள்களின் திசைவேகம் குறுகிய நேரத்திற்குள் மகத்தான அளவுகளை எட்டிவிடும். அலைவு சாதகமான திசையில் ஏற்படுகிற நேரத்தில் துகள்களும் முடுக்கப்படுகிற இடங்களில் வந்து சேர்ந்துவிட வேண்டும். இக்கருவிகளில் இரண்டு புள்ளிகளுக்கு இடையிலான மின்னழுத்த வேறுபாடு சில ஆயிரம் வோல்ட் அளவில் இருந்தால் போதுமானது என்பதே ஒத்ததிர்வு முடுக்கிகளின் சிறப்பான பயனாகும். உயர் மின்னழுத்தங்களைப் பயன்படுத்தும்போது ஏற்படக்கூடிய மின்காப்பு, தனிப்பட்ட புலங்களை ஏற்படுத்தி முடுக்க வேண்டிய தேவை ஆகிய சிக்கல்கள் இம்முறையில் தவிர்க்கப்படுகின்றன. ஆனால் இத்தகைய அமைப்புகளைக் கட்டுவதில் பெருஞ்சிக்கல்கள் எழவே செய்தன. அவற்றை அறிவியலார் வெற்றிகரமாகப் போக்கி மாபெரும் லினாக் கருவிகளை உருவாக்கியுள்ளனர்.

1931இல் லாரன்ஸ், ஸ்லோவன் ஆகியோரால் அமைக்கப்பட்ட முதல் லினாக்கின் அமைப்பு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. உயர் அளவில் வெற்றிடமாக்கப்பட்ட ஒரு நீளமான கண்ணாடிக் குழலில் C என்னும் உலோகக் குழல்கள் ஒரச்சான வரிசையில் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன. அவற்றின் நீளங்கள் படிப்படியாக அதிகரிக்கும் தன்மையில் உள்ளன. ஒன்றுவிட்ட ஒன்றான உருளைகள் சேர்த்து இணைக்கப்பட்டு அலைவு மின்னோட்டத் தோற்றுவாயின் இரு முனைகளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே ஒரு குழாய் நேரின



படம் 1 நேர்கோட்டு ஒத்ததிர்வு முடுக்கி

மின்னழுத்தத்திலிருந்தால் அடுத்த குழாய் எதிரின மின்னழுத்தத்தில் இருக்கும். ஒரு மின்னிறக்கக் குழாயில் உண்டாக்கப்பட்ட நேர்மின் அயனிகள் குழாய்களின் அச்சுக்கோட்டின் ஊடாக முடுக்கிக்குள் நுழைகின்றன. அப்போது இருப்பதிலேயே சிறியதான முதல் குழாய் எதிரின மின்னழுத்தத்தில் இருப்பதாக வைத்துக் கொள்ளலாம். நேர் மின் துகள்கள் அதனால் இழுக்கப்பட்டு உள்ளே நுழைகின்றன. குழாயினுள் இருக்கும்போது அவை மின்புலத்தால் தாக்கப்படா. எனவே, அவை மாறாத திசைவேகத்துடன் முன்னேறுகின்றன. அவை முதல் குழாயிலிருந்து வெளிவருவதற்கும், இரண்டாம் குழாய் நேர் மின்னழுத்தத்திலிருந்து எதிர் மின்னழுத்த நிலைக்கு மாறுவதற்கும் நேரம் சரியாக இருக்கும். எனவே துகள்கள் இரண்டாம் குழாயை நோக்கி மீண்டும் முடுக்கப்படுகின்றன. இது தொடர்ந்து நிகழ்கிறது.

குழாயினுள் நுழையும் துகள் அதைக் கடந்து வெளிவர ஆகும் நேரம், மின்னழுத்தத்தின் அரை அலைவு நேரத்திற்குச் சமமாக இருக்கும் வகையில் குழாய்களின் நீளங்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. போகப்போகத் துகள்களின் திசைவேகங்கள் அதிகரிக்குமாதலால் ஒவ்வொரு குழாயும் அதற்கு முந்தியதைவிட அதிக நீளமுள்ளதாக இருக்கும். இத்தகைய பல குழாய்களைக் கடந்து வந்த துகளின் ஆற்றல், முடுக்க மின்னழுத்தத்தைவிடப் பல்லாயிரம் மடங்கு மிகுந்திருக்கும். குழாய்களுக்கு நடுவிலுள்ள இடைவெளிகளில் ஒரு குவியப்படுத்தும் விளைவு தோன்றித் துகள்கள் அச்சுக் கோட்டை விட்டு விலகாமல் ஓடும்படிச் செய்கிறது. லாரன்ஸ் 1931ஆம் ஆண்டில் உருவாக்கிய லினாக் கருவியில் 30 உருளைக் குழாய்கள் இருந்தன. 42000 வோல்ட் மின்னழுத்தமுள்ள ரேடியோ சிற்றலை இயற்றியைப் பயன்படுத்தி உயர் அதிர்வெண் முடுக்கத் துடிப்புகள் உண்டாக்கப்பட்டன. இச்செயல்முறையால் பாதரச அயனிகளை 1.25 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலுள்ளவையாக 0.1 மைக்ரோ ஆம்பியர் அயனி மின்னோட்டத்துடன் முடுக்க முடிந்தது. 1934ஆம் ஆண்டில் லாரன்ஸ் கட்டிய துகள் முடுக்கியில் 185 செ.மீ. நீளமுள்ள கண்ணாடிக் குழாயில் 36 உருளைகள் பொருத்தப்பட்டிருந்தன. 80 ஆயிரம் வோல்ட் மின்னழுத்தத்தைப் பயன்படுத்திப் பாதரச அயனிகள் 0.01 மைக்ரோ ஆம்பியர் அயனி மின்னோட்டத்தில் 2.85 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலுக்கு முடுக்கப்பட்டன.

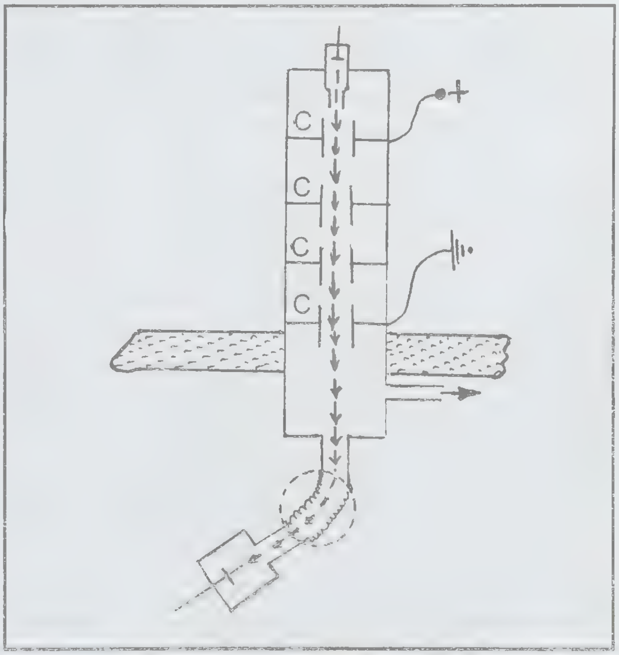
லினாக்குகளில் இரண்டு பெரிய குறைகள் உள்ளன. முதலாவதாக அவை பெரும் நீளமுள்ளவை. முடுக்க வேண்டிய துகள்களின் எடை குறையக் குறையவும், பெற வேண்டிய ஆற்றலின் அளவு உயர உயரவும், கருவியின் நீளத்தை அதிகரித்துக் கொண்டே போக வேண்டியிருக்கிறது. அயனி மின்னோட்டத்தின் வலிமை மிகக் குறைவாயிருப்பது லினாக்கின் இரண்டாம் குறையாகும். சைக்ளோட்ரான் என்னும் வேறு விதமான கருவியமைப்பைக் கண்டுபிடித்ததன் மூலம் லாரன்ஸ் இந்த இரண்டு குறைகளையும் தவிர்த்துவிட்டார். மின்புலத்துக்கும், துகள்களுக்கும் இடையில் நேரப் பொருத்தம், நகரும் அலை முடுக்கம், நிற்பு அலை முடுக்கம் என்னும் இரு முறைகளில் ஒன்றைப் பயன்படுத்திப் பெறப்படுகிறது. நகரும் அலை முடுக்க முறையில் ஒரு முன்னோக்கிச் செல்லும் அலையின் மேல் ஒரு பின்னோக்கி வரும் அலை மேற்பொருத்தப்பட்டு ஒரு நிற்பு அலைப்பாங்கு உண்டாக்கப்படுகிறது. இதில் முன்னோக்கிச் செல்லும் அலையின் கட்டத் திசைவேகம் துகளின் திசைவேகத்திற்குச் சமமாக்கப்படுகிறது. அல்லது கருவியில் பல நகர்வுக்குழாய்கள் பொருத்தப்பட்டுத் துகள்கள் வேகத்தைக் குறைக்கும் புலப்பகுதிகளைக் கடந்து செல்லும்போது அவற்றால் பாதிக்கப்படாமல் காப்பாற்றப்படுகின்றன. ஒரு கருவி அலைநீளம் கொண்ட ரேடியோ அதிர்வெண் மின்னழுத்தத் தோற்றுவாய்களால் இயக்கப்படும்போது மின்னுள்ள துகளுக்கு ஏற்படக்கூடிய ஆற்றல் குறிப்பிடத்தக்கது. ஆற்றல் திறன் இழப்பு என்பது கருவியின் கட்டமைப்பையும், நகரும் அலை முடுக்கமா அல்லது நிற்பு அலை முடுக்கமா என்பதையும் பொறுத்த ஒரு மாறிலி. எனவே துகள்களின் ஆற்றல் கருவியின் நீளத்தையும் திறனையும் சம அளவில் பொறுத்திருக்கிறது. ஆற்றல் சிக்கனக் கண்ணோட்டத்தில் சிறு அலை நீளக்கதிர்கள் ஏற்றவை. ஆனால் அவற்றில் சில குறைகளும் உள்ளன. கொள்கை அடிப்படையில் மைக்ரோ அலைக் குழாய்களை உயர் அலை நீளங்களில் பயன்படுத்தித் துகள் ஆற்றலை அதிக அளவில் பெற முடியும். முடுக்கியில் அதிக அளவு திறனிழக்கவும் படும். உயர் அலை நீளங்களைப் பயன்படுத்தும்போது கருவியமைப்புகளின் தாங்குதிறன் மிகுந்துள்ளது. உயர் அலை நீளங்களில் அதிக அளவிலான

துகள்களை முடுக்க முடியும். நடைமுறையில் எலெக்ட்ரான்களை முடுக்க 3-30 செ.மீ. அலைநீளமுள்ள மின்னழுத்தங்களும் புரோட்டான்களை முடுக்க 30-200 செ.மீ. அலைநீளங்களும் நிறைமிக்க அயனிகளை முடுக்க 500-1000 செ.மீ. அலை நீளங்களும் பயன்படுகின்றன. உயர்ந்த திறன் மட்டங்கள் ஏற்பட அறை வெப்ப நிலையில் இயங்கும் லினாக்குகளில் துடிப்பு மின்னழுத்தங்களைப் பயன்படுத்துவதே சிறந்தது. இந்த நிபந்தனை கொள்கைகளின் அடிப்படையில் சுமத்தப்படுவதன்று. நடைமுறை வசதிகளும் பொருளாதாரக் கண்ணோட்டமுமே இந்த நிபந்தனைக்குக் காரணம்.

எலெக்ட்ரான்களை முடுக்குகிற பெரும்பாலான கருவிகள் அலை வகையிலானவையே. ஒரு சுமையேற்றப்பட்ட அலை வழி நடத்தியில் அலை தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. புரோட்டான்களை முடுக்குகிற கருவிகள் நிற்பு அலை வகையாகவே அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. ஏனெனில் புரோட்டான்கள் எலெக்ட்ரான்களைப் போன்று தொடக்கத்திலேயே ஒளிக்கு நிகரான திசைவேகங்களை எட்டுவதில்லை. உயர் நிறை அயனி முடுக்கிகள் ஏறத்தாழக் குறைந்த ஆற்றல் புரோட்டான் முடுக்கிகளைப் போன்றவையே. ஆனால் அயனிகளை முடுக்க 30-70 மெகாஹெர்ட்ஸ் அதிர்வெண்கள் பயன்படுகின்றன. அயனிகள் ஒளியின் திசைவேகத்தில் ஏறத்தாழ 4% அளவை எட்டியதும், அவை மெல்லிய உலோகப் படலங்கள், வளிமம் நிரம்பிய குழாய்கள் அல்லது வளிமப் பீச்சல்கள் போன்றவற்றின் வழியாகச் செலுத்தப்பட்டு அவற்றிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் நீக்கப்படுகின்றன. இதன் மூலமாக அவற்றின் மின்னேற்றம் இருமடங்காக்கப்படுகிறது. தொடக்க கால லினாக்குகளில் ஆர்கான் அணுவைவிடக் குறைந்த நிறையுள்ள அயனிகளையே முடுக்க முடிந்தது. ஆனால் தற்போது யுரேனிய அயனிகளைக் கூட முடுக்கக்கூடிய முடுக்கிகள் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

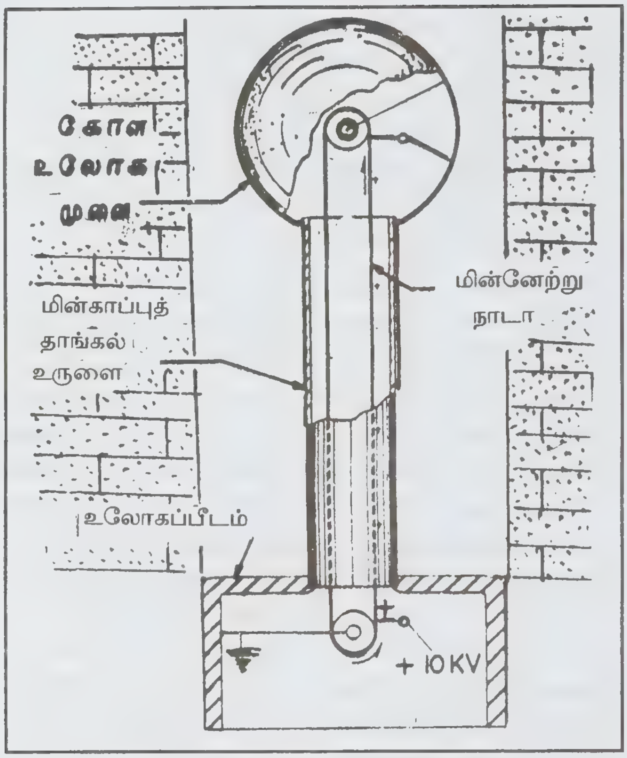
நேர்மின்னழுத்த முடுக்கிகள். இவ்வகை முடுக்கிகளே முதன்முதலாக அணுக்கரு இயற்பியலில் விரிவான ஆய்வுகளுக்கு வழி வகுத்தன. பிற்காலத்தில் சுழல் முடுக்கி (cyclotron) போன்ற முடுக்கிகள் பெருமளவு ஆற்றலும் திறனும் பெற்றவையாக உருவாக்கப்பட்டு நேர்மின்னழுத்த முடுக்கிகளின் பயன்பாட்டைக் குறைத்துவிட்டபோதிலும் அவை இப்போதும் அணுக்கரு பற்றிய ஆய்வுகளில் முக்கியமான, சில சமயங்களில் முதன்மையான பங்காற்றி வருகின்றன. அணுக்கரு ஆற்றல் மட்டப் பண்புகளை அளவிடுவதற்கு மற்றக் கருவிகளை விடவும் நேர் மின்னழுத்த முடுக்கிகளே ஏற்றவை. சில குறிப்பிட்ட நியூட்ரான் மூல வினைகளை ஆய்வு செய்யக் காக்ராப்ட்-வால்ட்டன் வகை முடுக்கி மிகவும் வசதியானது. சில மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலுள்ள செறிவு மிக்க நேர் மின் அயனிக் கற்றைகளையோ, எலெக்ட்ரான் கற்றைகளையோ டைனமிட்ரான் (dynamitron) கருவி எளிதாக அளிக்க முடியும்.

வான்டிகிராப் உயரழுத்த நிலை மின்னாக்கியில் பல மில்லியன் வோல்ட் மின்னழுத்தங்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. அந்த மின்னழுத்தங்களைப் பயன்படுத்திப் பேராற்றலுடன் பாயும் செறிவு மிக்க துகள் கற்றைகளை உண்டாக்குகிற உத்தி முடுக்கக் குழாய் அல்லது தொடர் மின்னிறக்கம் (cascade discharge) எனப்படுகிறது. இதன் தத்துவத்தை 1926ஆம் ஆண்டில் கூலிட்ஜ் என்பார் முதன்முதலாக வெளியிட்டார். பெரும் மின்னழுத்தங்களைச் சிறுசிறு தவணைகளாகத் துகள்களின் மேல் செலுத்தலாம் என அவர் கூறினார். அயனிகளை உண்டாக்குகிற மின்னிறக்கக்குழாயின் மேல் பெரும் மின்னழுத்தங்களைச் செலுத்தினால் அது சேதமுறுகின்ற காரணத்தால் சிறு மின்னழுத்தங்களைப் பயன்படுத்த வேண்டிய கட்டாயம் ஏற்படுகிறது.

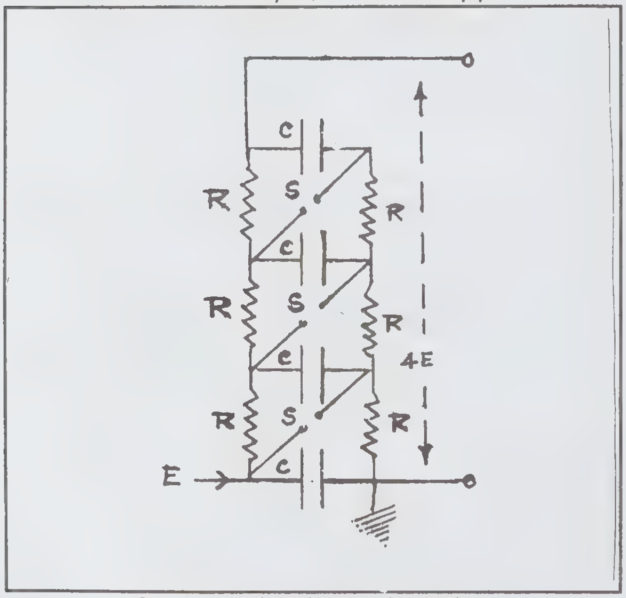


படம் 2. துகள் முடுக்கிக் குழாய்

முடுக்கிக்குழாய் படம் 2 இல் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. ஒரு வலிமையான, நீண்ட கண்ணாடி அல்லது பீங்கான் குழாயினுள் பல உலோகக் குழாய்கள் குழாய்கள் ஒரே அச்சில் அமைந்த வரிசையில் பொருத்தப்படுகின்றன.



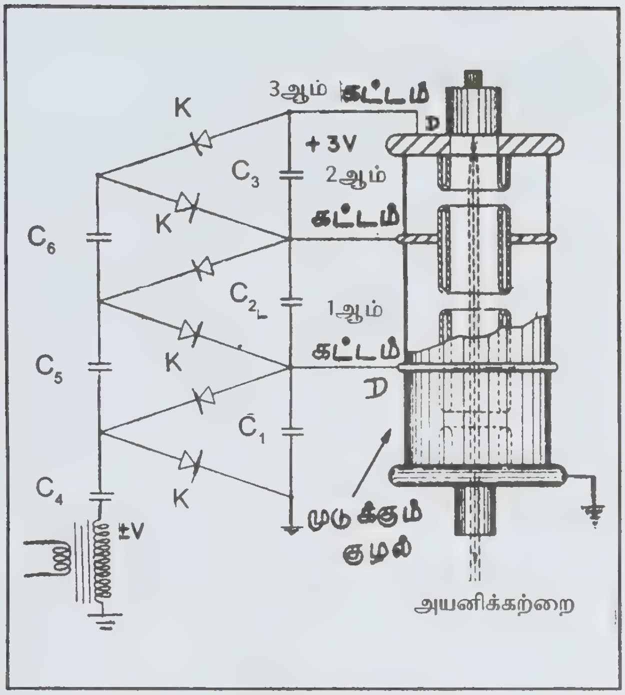
படம் 3. வாண்டிகிராப் மின்னியற்றி



படம் 4. கணத்தாக்கு மின்னியற்றி

அயனிகள் சிறிய மின்னிறக்கக் குழாயிலிருந்து வெளி வருகின்றன. எனினும் குழாய்களுக்கிடையிலுள்ள வலிமைமிக்க மின்புலம் துகள்களை முடுக்குவதோடு அவை ஒரு நேர்கோட்டிலேயே குவிந்து செல்லுமாறும் செய்கிறது. முடுக்கிக் குழாயிலிருந்து வெளிவரும் ஆற்றல் மிகுந்த துகள்கள் தகுந்த முறையில் திசை திருப்பப்பட்டு ஆய்வகத்தில் உள்ள ஓர் இலக்கைத் தாக்குகின்றன. இவ்வாறு திசை திருப்பக் காந்தப்புலங்களைப் பயன்படுத்தும்போது, ஒரே வேகமும் நிறையும் கொண்ட துகள்கள் அடங்கிய கற்றைகளைப் பெற முடிகிறது. இந்த முடுக்கியில் பயன்படுத்தப்படுகிற உயர் மின்னழுத்தங்களைத் தோற்றுவிக்கும் காக்ராப்ட் - வால்ட்டன் மின்னழுத்தப் பெருக்கி (Cockcroft-Walton tension multiplier) என்னும் ஒரு கருவியின் அடிப்படைத் தத்துவம் எளிமையானது. பெரும் எண்ணிக்கையிலான மின்தேக்கிகள் சிறிய மின்னழுத்தத்தால் இணையாக மின்னேற்றப்படுகின்றன. அவற்றைத் தொடரில் மின்னிறக்கம் செய்யும்போது வெளிப்படும் மின்னழுத்தம், தனி மின் தேக்கிகளில் செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தங்களின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமமாகப் பெருக்கமடைகிறது. இந்தத் தத்துவம் முதன் முதலாகக் கணத்தாக்கு இயற்றி (impulse generator) என்னும் கருவியில் பயன்படுத்தப் பட்டது. 4ஆம் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி பல மின்தேக்கிகள் இணையாக இணைக்கப்பட்டு அவற்றுக்கிடையில் மின்தடைகளும் பொருத்தப் படுகின்றன. இதனால் E என்னும் ஒரு சிறு மின்னழுத்தத் தோற்றுவாயின் உதவியால் அனைத்து மின் தேக்கிகளையும் சேர்ந்தாற்போல் மின்னேற்ற முடியும்.

இரண்டு மின்தேக்கிகளுக்கிடையில் ஒரு பொறி இடைவெளி (spark gap) அமைக்கப்பட்டுள்ளது. S என்னும் பொறி இடைவெளிகள் மின் தேக்கிகளைத் தொடரில் இணைக்கின்றன. ஒவ்வொரு பொறி இடைவெளியும் R என்னும் ஓர் உயர் மின்தடையுடனும் C என்னும் ஒரு மின்தேக்கியுடனும் இணையாக இணைந்துள்ளது. எல்லாவற்றுக்கும் கீழாக உள்ள இரண்டு மின்தேக்கிகளில் மின்னழுத்தம் உயர்ந்து அவற்றுக்கிடையில் உள்ள பொறி இடைவெளிகளில் ஒரு மின் பொறியை உண்டாக்கப் போதுமானதாக ஆகிவிடுமானால் இரண்டு மின்தேக்கிகளுக்கும் தொடர் இணைப்பு ஏற்பட்டு மேலே அடுத்துள்ள பொறி இடைவெளியில் மின் பொறியை உண்டாக்கும். இவ்வாறு வரிசையாகக் கீழிருந்து மேலாக உள்ள அனைத்துப் பொறி இடைவெளிகளிலும் ஒன்றுக்குப் பின் ஒன்றாகப் பொறிகள் தோன்றி அனைத்து மின் தேக்கிகளும் தொடரில் இணைந்து ஒரு பெரும் மின்னழுத்தம் உருவாகிறது. இது தொடக்க மின்னழுத்தத்தை மின் தேக்கிகளின் எண்ணிக்கையால் பெருக்கினால் கிடைக்கும் அளவுக்குச் சமமாக இருக்கும்.



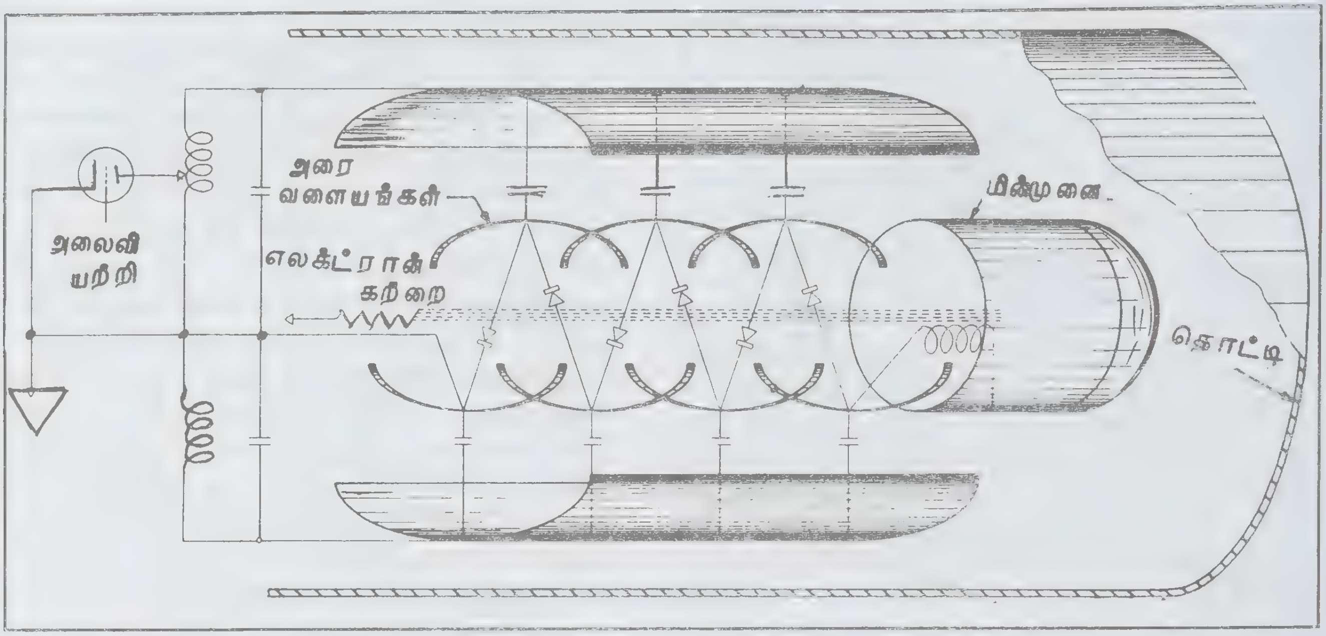
படம் 5

காக்ராப்ட் வால்ட்டன் மின்னழுத்தப் பெருக்கி

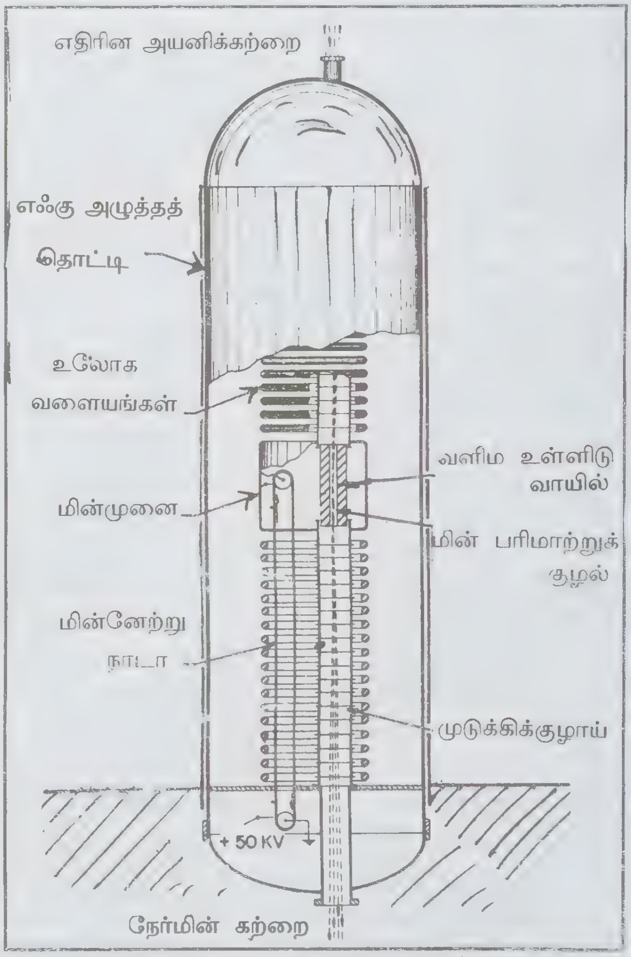
இத்தகைய மின்னழுத்தப்பெருக்கிக் கருவிகளில் உயர் மின்னழுத்தம் 10^{-5} நொடி போன்ற குறுகிய நேரத்திற்குக் கிடைக்கிறது. மின்தேக்கிகளைச் சேர்ந்தாற்போல மின்னிறக்கம் செய்ய வேண்டியிருப்பதும் மேலே தாவிச் செல்லும் மின்பொறிகளைக் கட்டுப்படுத்த முடியாமலிருப்பதுமே இதற்குக் காரணங்கள். இந்தச் சிக்கலைத் தவிர்ப்பதற்காகக் காக்ராப்டும் வால்ட்டனும் 5ஆம் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி மின் தேக்கிகளுக்கு இடையில் கினோட்ரான் (kenotron) எனப்படுகிற திருத்தி தடுக்கிதழ்களை (rectifier valves) இணைத்தனர். C_1, C_2, C_3 ஆகிய மின்தேக்கிகள் ஒரு தம்பமாகவும் C_4, C_5, C_6 ஆகியவை பிறிதொரு தம்பமாகவும் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மின்னழுத்த மாற்றியிலிருந்து வரும் மின்னழுத்தத்தின் அலைவுப் பண்பு, திருத்திகள் ஒரு திசையில் மட்டுமே மின்னோட்டத்தை அனுமதிப்பது ஆகியவற்றின் கூட்டு விளைவாக C_1 மின்தேக்கி C_5-ஐ மின்னேற்றுகிறது. C_5 மின்தேக்கி C_2 ஐ மின்னேற்ற C_2 C_5 ஐ மின்னேற்றத் தொடர்ந்து அனைத்து மின்தேக்கிகளிலும் மின் நிரம்பி விடுகிறது. நடைமுறைக் கருவிகளில் T என்னும் மின்னழுத்த மாற்றி ஓர் அரை அலைவின்போது கடத்துகிற தன்மையுள்ள ஓர் இரட்டைத் திருத்திகள் மூலம் ஓர் ஊட்டு மின்தேக்கியை (feeder) மின்னேற்றுகிறது. அடுத்த அரை அலைவின்போது இந்தத் திருத்திகள் மின் கடத்தா.

ஊட்டு மின்தேக்கி பிறிதோர் இரட்டைத் திருத்திகள் மூலமாக அடுத்த மின்தேக்கியுடன் தன் மின்னைப் பகிர்ந்து கொள்கிறது. இந்த முறையில் ஒவ்வொன்றாக மின் தேக்கிகள் அனைத்தும் மின்னேற்றப்படுகின்றன. அனைத்து மின்தேக்கிகளும் முழுமையாக மின்னேற்றப்படும் வரை இது நீடிக்கிறது. இந்தச் சூழ்நிலையில் ஒரு மின்தேக்கித் தம்பத்தின் இரு முனைகளுக்கும் இடையிலுள்ள மின்னழுத்தம், அத்தம்பத்திலுள்ள தனித்தனி மின் தேக்கிகளின் மின்னழுத்தங்களின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமமாகும். எனவே இரு தம்பங்களிலுமுள்ள மின்தேக்கிகளின் எண்ணிக்கையை அதிகரிப்பதன் மூலம் எவ்வளவு உயர்ந்த மின்னழுத்தத்தையும் பெற முடியும். D, D என்னும் புள்ளிகளுக்கிடையில் கிடைக்கும் மின்னழுத்தம் அலைவு செய்வதன்று. இது ஒரு திசை மின்னழுத்தமாகும். மின்மாற்றி தொடர்ந்து மின்தேக்கிகளை மின்னேற்றிக் கொண்டிருக்கும் வரை DDயிலிருந்து தொடர்ச்சியாக ஒரு மாறாத மின்னழுத்தமுள்ள மின்னோட்டத்தைப் பெற முடிகிறது. உருவாக்கப்படும் மொத்த மின்னழுத்தத்தைவிடச் சற்றுக்குறைவான அளவிலேயே வெளிவரும் மின்னழுத்தம் இருக்கும். இந்த மின்னழுத்தம் முன்னர் விவரிக்கப்பட்ட முடுக்கிக் குழாயில் செலுத்தப்பட்டு உயராற்றல் துகள்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

காக்ராப்ட்-வால்ட்டன் முடுக்கிகள் சில நூறு கிலோவாட் மின்னழுத்தமும் சில மில்லி ஆம்பியர் மின்னோட்டமும் கொண்ட அயனிக் கற்றைகளை உண்டாக்க ஏற்றவை. இவற்றில் பெரும்பாலானவை டியூட்ரான்களை முடுக்கப் பயன்படுகின்றன. முடுக்கப்பட்ட டியூட்ரான்கள் டீயூட்ரியன் அல்லது இலக்குகளைத் தாக்கி நியூட்ரான்களை வெளிப்படுத்தும். காக்ராப்ட்வால்ட்டன் கருவிகள் பெரும் பரிமாணமுள்ளவை. வளிமண்டல அழுத்தத்தில் அவற்றைப் பயன்படுத்த வேண்டுமானால் கருவியின் மேல் முனையிலிருந்து மிக உயரத்தில் தள்ளியிருக்கிற கூரையை உடைய பெரிய அறைகளில் அவற்றை நிறுவ வேண்டும். இல்லையேல், கருவிக்கும் கூரைக்குமிடையில் பொறித் தாவல் ஏற்பட்டுச் சேதம் விளையும். இதைத் தவிர்க்க உயர் அழுத்தத்தில் SF_6 அல்லது நைட்ரஜன்- கார்பன் டைஆக்சைடு வளிமக் கலவைகள் நிரம்பிய தொட்டிகளில் இக்கருவிகளை வைத்து இயக்கலாம். இதன் மூலம் கருவியின் பரிமாணமும் செலவும் குறைகின்றன.



கிளிலன்ட் என்பாரால் உருவாக்கப்பட்ட டைனமிட்ரான் என்னும் கருவியில் தொடரில் இணைக்கப்பட்ட திருத்திகள் இணையில் இயக்கப்படுகின்றன. தரைக்கும் உயர் அழுத்த முனைக்கும் இடையில் தொடரில் இணைக்கப்பட்ட திருத்திகள் முடுக்கிக் குழாயின் எதிர் எதிரான பக்கங்களில் இரு தம்பங்களாக அமைக்கப்படுகின்றன. உயர் மின்னழுத்தத் தம்பத்தைச் சுற்றி அரை வளையங்கள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். பொறித் தாவலையும் ஒளிவட்ட மின்னிறக்கத்தையும் (Corona discharge) தடுப்பதற்கான அரை வளையங்களின் வெளிப்பரப்புகள் பளபளப்பாக்கப்பட்டிருக்கும். இவை மின்தேக்கித் தகடுகளாகச் செயல்படுகின்றன. இரண்டு பெரிய அரை உருளை வடிவ ரேடியோ அதிர்வெண் மின்முனைகளுடன் மின்தேக்கித் திண்மையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த அரை உருளை மின்முனைகள் தொட்டியின் சுவற்றுக்கும் முடுக்கிக்கும் இடையில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இவை ஒரு LC ஒத்ததிர்வுச் சுற்றின் இசைவு செய்யும் மின் தேக்கியாகச் செயல்படுகின்றன. இந்த ஒத்ததிர்வு சுற்று ஒரு தனியான ஆற்றல் மூலத்தினால் ஓர் அலையாக்கிக் குழாயின் வழியாக இயக்கப்படுகிறது. இந்த முடுக்கிகள் உயர் அழுத்தத்தில் SF_6 வளிமம் நிரப்பப்பட்ட தொட்டிகளில் வைக்கப்படுகின்றன. உயர் மின்னோட்டம் தேவைப்படும் நோக்கங்களுக்கு டைனமிட்ரான்கள் ஏற்றவை. பிளாஸ்டிக்குகளைப் பாலிமராக்குவது மருத்துவக் கருவிகளில் நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்வது



படம் 7. டான்டம் இரட்டை முடுக்கி

போன்ற பணிகளில் தேவைப்படும் எலெக்ட்ரான் கற்றைகளை உண்டாக்க இவை உதவும்.

1958ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்காவில் உருவாக்கப்பட்ட இரட்டை முடுக்கி (tandem) என்னும் கருவியில் 6ஆம் படத்தில் காட்டியபடி எதிரின ஹைட்ரஜன் அயனிகள் தரை இணைப்பிலிருந்து ஓர் உயர் நேர் மின்னழுத்த முனையை நோக்கி முடுக்கப்படுகின்றன. அங்கு அவை ஒரு மெல்லிய உலோகப்படலம் அல்லது வளிமக் குழாய் வழியாகச் செலுத்தப்பட்டு அவற்றிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் நீக்கப்படுகின்றன. எஞ்சியுள்ள புரோட்டான்கள் மீண்டும் தரை இணைப்பை நோக்கி முடுக்கப்படுகின்றன. தரைக்கும் உயர் மின்னழுத்த முனைக்குமிடையிலுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு V எனில் இக்கருவியிலிருந்து வெளிப்படும் கற்றையின் ஆற்றல் 2Ve ஆக உள்ளது. இதில் e என்பது புரோட்டானின் மின். பல தனிமங்களின் அணுக்கள் நிலையான எதிரின அயனிகளாக அமைகின்றன. ஓர் எதிரின ஆக்சிஜன் அயனி தரையிலிருந்து 10 மில்லியன் வோல்ட் மின்னழுத்தமுள்ள முனைக்குச் செல்லும்போது 10 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலைப் பெறுகிறது. அங்கு அதிலுள்ள எட்டு எலெக்ட்ரான்களும் நீக்கப்பட்டு விடுகின்றன. ஆக்சிஜன் அணுக்கரு தரையை நோக்கிச் செல்லும்போது 80 மில்லிய எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலைப் பெற்று 90 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலுடன் வெளிப்படுகிறது.

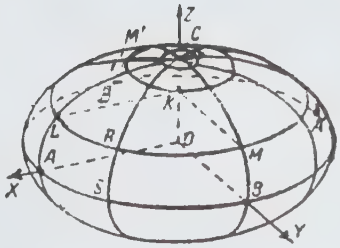
வாண்டிகிராப் மின்னாக்கியின் தத்துவத்தில் அமைக்கப்பட்டிருக்கிற பெல்லட்ரான் (Pelletron) முடுக்கி என்னும் கருவியில் நைலான் போன்ற மின்கடத்தாப் பொருளினால் இணைக்கப்பட்ட எஃகு உருளைகளாலான ஒரு சங்கிலி மின்னேற்றியாகச் செயல்படுகிறது. அவை சுழி மின்னழுத்தத்திலுள்ள ஒரு கப்பியில் சுற்றிவரும்போது தூண்டல் மூலம் நேர் மின்னேற்றப்படும். மற்ற முனையில் அவற்றிலுள்ள நேர்மின் நீக்கப்பட்டு அவற்றுக்கு எதிர்மின்னேற்றப் படுகிறது.. இவ்வாறு சங்கிலியின் மேல் நோக்கிச் செல்லும் பகுதியும் கீழ் நோக்கி வரும் பகுதியும் சம அளவில் மின்னேற்றுவதில் பங்கு பெறும்.

- கே. என். ராமசந்திரன்

துணைநூல். M.S Livingston, J.P. Blewett, *Particle Accelerators,* McGraw Hill Book Company, 1962.

நீள்வட்ட ஆயங்கள்

தளவெட்டு முகங்களை நீள் வட்டங்களாகவோ வட்டங்களாகவோ பெற்றிருக்கும் வளைதளப்பரப்பு கன நீள் வட்டமாகும். இது ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாயுள்ள மூன்று அச்சுகள் மற்றும் அவை நிர்ணயிக்கும்



தளங்களைப் பொறுத்துச் சமச்சீராக இருக்கும். ஆதியை மையமாகவும், a, -a, b, -b, மற்றும் C. -C ஆகியவற்றை வெட்டுத்துண்டின் நீளங்களாகவும் கொண்ட கனநீள்வட்டத்தின் கார்டீசியன் சமன்பாடு

$$\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{b^2} + \frac{Z^2}{c^2} = 1 \text{ ஆகும்.}$$

$a > b > c$ எனில், இவ்வளைதளப்பரப்பின் பாதிப்பேரச்சின் நீளம் a எனவும், பாதி இடை அச்சின் நீளம் b எனவும், பாதிச் சிற்றச்சின் நீளம் c எனவும் கொள்வர். அச்சுத் தொலைவுகளை மூவளவை வெளியில் ஏதேனும் ஒரு புள்ளியின் இருப்பிடத்தைச் சுட்டிக் காட்டப் பயன்படுத்துவர். பலவகை அச்சுத் தொலைவுகள் நடைமுறையில் உள்ளன. அவற்றில் சில, கார்டீசியன், போலர், கோள, உருளை, நீள்வட்ட அச்சுத் தொலைவுகளாகும். பின்வரும் கார்டீசியன் சமன்பாடுகள், பொதுக் குவியமுடைய, பிறப்பாக்கியால் உருவாக்கப்படும் மூன்று வளைதளப்பரப்புக் குடும்பங்களைக் குறிக்கின்றன. $a^2 > b^2 > c^2$ எனலாம்.

$$\frac{X^2}{a^2 - K} + \frac{Y^2}{b^2 - K} + \frac{Z^2}{c^3 - K} = 1 \text{ , } K < C^2$$

$$\frac{X^2}{a^2 - K} + \frac{Y^2}{b^2 - K} - \frac{Z^2}{l - c^2} = 1 \text{ , } c^2 < l < b^2$$

$$\frac{X^2}{a^2 - m} - \frac{Y^2}{m - b^2} - \frac{Z^2}{n - c^2} = 1 \text{ , } b^2 < m < a^2$$

மூவளவை வெளியில் ஒவ்வொரு புள்ளி வழியாகவும் மேற்சொன்ன மூன்று குடும்பங்கள் ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் ஒரே ஒரு வளைதளப் பரப்பு செல்கிறது. இம்மூன்று வளைதளப்பரப்புகளைத் தீர்மானிக்கின்ற k, l, m இன் மதிப்புகளையே அப்புள்ளியின் நீள்வட்ட அச்சுத் தொலைவுகள் என்பர்.

- எம். அரவாண்டி

துணை நூல். M. Vygodsky, *Mathematical Hand Book,* MIR Publishers, Moscow, 1971.

நீள் வட்டகமும் கோளகமும்

ஒரு வெளிப்பரப்பின் தளவெட்டுகள் நீள் வட்டங்களாகவோ வட்டங்களாகவோ அமையும்போது அதற்கு நீள்வட்டம் என்று பெயர். ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாயுள்ள ஆயங்களுக்கு நீள்வட்டகம் சமச்சீராயிருக்கும். இக்கோடுகள் வெட்டிக்கொள்ளும் புள்ளிக்கு மையம் என்று பெயர். இம்மையத்தின் வழியாகச் செல்லும் நாணிற்கு விட்டம் என்று பெயர். ஆதியை மையமாகவும் ஆயங்களில் a, -a, b, -b, c, -c என்னும் வெட்டுகளையும் கொண்ட ஒரு நீள்வட்டகத்தின் பொதுச் சமன்பாடு:

$$\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{b^2} + \frac{Z^2}{c^2} = 1$$ என்றிருக்கும்.

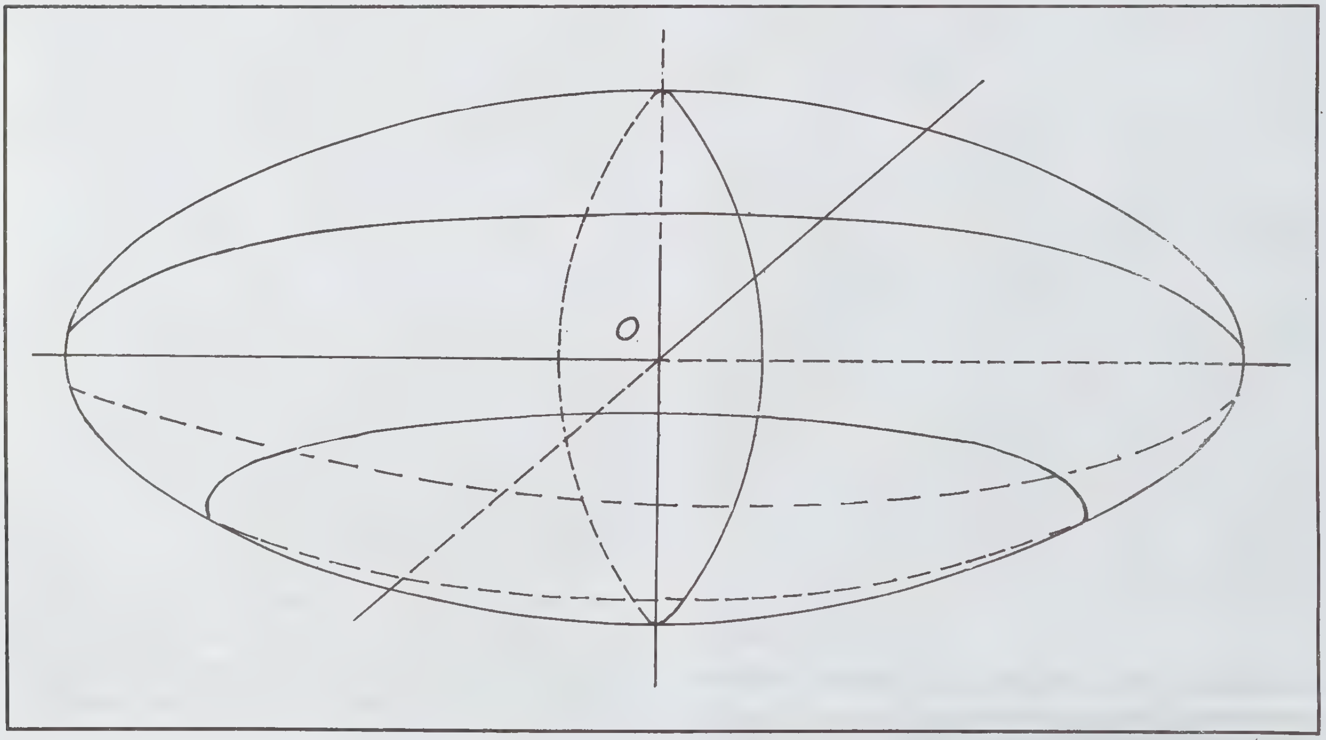
a > b > c எனும்போது, a -க்கு அரைநெட்டச்சு என்றும், b -க்கு அரை இடை அச்சு என்றும்,c-க்கு அரைக்குட்டச்சு என்றும் பெயர். a=b=c எனில், இச்சமன்பாடு கோளமாகிறது.

$$\frac{4}{3}\pi abc$$

எனும் கன அளவு, a=b=c=r என்றாகும்போது,

$$\frac{4}{3}\pi r^3$$

என்று ஒரு கோளத்தின் கன அளவாகிறது. சமன்பாட்டின் வலப் பக்கத்திலுள்ள 1-ஐ பூஜ்யமாக்கினால், புள்ளி நீள் வட்டகமும் (point ellipsoid) - 1ஆக மாற்றினால் கற்பனை நீள்வட்டகமும் (imaginary ellipsoid) கிடைக்கின்றன.



நீள் வட்டகத்தின் மையப்புள்ளியை, அதன் சமச்சீர் புள்ளி எனலாம். ஓர் ஆயத்தைக் கொண்டு, ஒரு நீள்வட்டத்தைச் சுற்றுவதால் ஏற்படும் நீள் வட்டகம், கோளகம் எனப்படுகிறது. இந்த நீள்வட்டகத்தில் ஏதேனும் ஓர் ஆயத்திற்குச் செங்குத்தாக உள்ள அனைத்துத் தளவெட்டுகளும் வட்டங்களாக இருக்கும் என அறியலாம். இந்த வட்டவெட்டுகளின் மையங்கள் வழியாகச் செல்லும் அச்சு, சுழல் அச்சாகிறது. மிகப்பெரிய வட்ட வெட்டிற்கு, சுழற்சியால் உருவாகும் நீள்வட்டகத்தின் நிலநடுக்கோடு எனவும், சுழல் அச்சின் முனைகளுக்குத் துருவங்கள் எனவும் பெயர். இதே கருத்துகள் ஒரு கோளகத்திற்கும் பொருந்துவனவாயுள்ளன.

- எம். அரவாண்டி

நீள் வட்டச்சார்பு

Z என்னும் சிக்கல் மாறிச் (complex variable) சார்பான $\omega = f(z)$ என்பது பின்வரும் கட்டுப்பாடுகளை நிறைவு செய்தால் நீள்வட்டச் சார்பு (elliptic function) எனப்படும்.

(1) f(z) என்னும் சார்பு ω_1, ω_2 என்னும் இரண்டு அடிப்படைக் கால முறைகளைக் (periods) கொண்ட இரட்டைக் காலச்சார்பு (doubly periodic function); இங்கே $(W_1 / W_2$ என்பது மெய் எண் அன்று,

அதாவது,

$$f(z + mw_1 + n\omega^2) = f(z)$$

$$m, n = 0. \pm 1, \pm 2; + \ldots\ldots ; im (w_1/w_2) \# 0$$

(2) Z தளத்தின் முடிவுடை (finite) பகுதியில் f(z) என்னும் சார்பின் சிறப்புப் புள்ளிகள் (singularities) யாவும் கதுப்புள்ளிகளே (poles) ஆகும்.

கோணவியல் சார்புகள்(trigonometric functions) அதிபரவளை சார்புகள் (hyperbolic functions) ஆகியன ஒற்றைக்காலச் சார்புடையன என்பதைக் கருதலாம். மூன்றுபடி மற்றும் நான்குபடி பல்லுறுப்புக்கோவைகளின் இருபடி மூலங்களைப் பயன்படுத்தி வரும் வகையீட்டுச் சமன்பாடுகள் மற்றும் தொகையீட்டுச் சமன்பாடுகளின் தீர்வு காணும்போது இரட்டைக் காலச் சார்பான நீள்வட்டச் சார்புகள் பயனர்கும்.

- கோ. சண்முகசுந்தரம்

நீள்வட்டத் தொகையீடு

$S = a_0 \chi^4 + a_1\chi^3, +a_2\chi^2 + a_3\chi + a_4$ எனும்போது $\int R(x, \sqrt{s})\, dx$ எனும் தொகையீட்டிற்கு மடங்கு தீர்வுகள் இல்லை. இங்கு a_0, a_1 பூஜ்யமில்லாமலும், $R(x, \sqrt{s})$, என்பது x, $\sqrt{s}$ இன் பகு சார்புகளாகவும் (rational functions) இருக்கும். $\sin\phi = x$ என இருக்கும்போது

$$I_1 = \int_0^x \frac{dt}{\sqrt{(1-t^2)(1-k^2t^2)}} = \int_0^\phi \frac{d\psi}{\sqrt{(1-k^2 \sin^2\psi)}}$$

$$I_2 = \int_0^x \sqrt{\frac{1-k^2t^2}{(1-t^2)}}\, dt = \int_0^\phi \sqrt{1-k^2 \sin^2\psi}\, d\psi$$

$$I_3 = \int_0^x \frac{dt}{(t^2-a)\sqrt{(1-t^2)(1-k^2t^2)}} = \int_0^\phi \frac{d\psi}{(\sin^2\psi - a)\sqrt{1-k^2\sin^2\psi}}$$

எனும் தொகையீட்டு வடிவுகளுக்கு முறையே முதல், இரண்டு, மூன்றாம் வகை முற்றுப்பெறா (incomplete) நீள்வட்டத் தொகையீடுகள் என லெஜண்டரால் குறிக்கப்பட்டன. இந்த நீள்வட்டத் தொகையீடுகளில் ஒரு தொகையீட்டின் மட்டு (modulus) K எனவும், நிரைமட்டு (Complementary modulus) $K = \sqrt{1-K^2}$ எனவும் இருக்கும். இங்கு $O < K^2 < 1$எனக் கொள்ள வேண்டும்.

இத்தொகையீடுகள் $x = 1(\phi = \pi/2)$ ஆகும்போது முற்றுப் பெறுவதுடன், $x = \sin\beta$, $x = \sin^2 \alpha$ ஆக இருந்து S_nt, d_nr ஆகியவை நீள்வட்ட ஜெக்கோபியன் சார்புகளாயிருக்கும்போது,

$$I_1 = \beta$$

$$I_2 = \int_0^\beta d_n^2 t\, dr$$

$$I_3 = \int_0^\beta (s_n^2 t - s_n^2\alpha)\, dr$$

என்றாகின்றன.

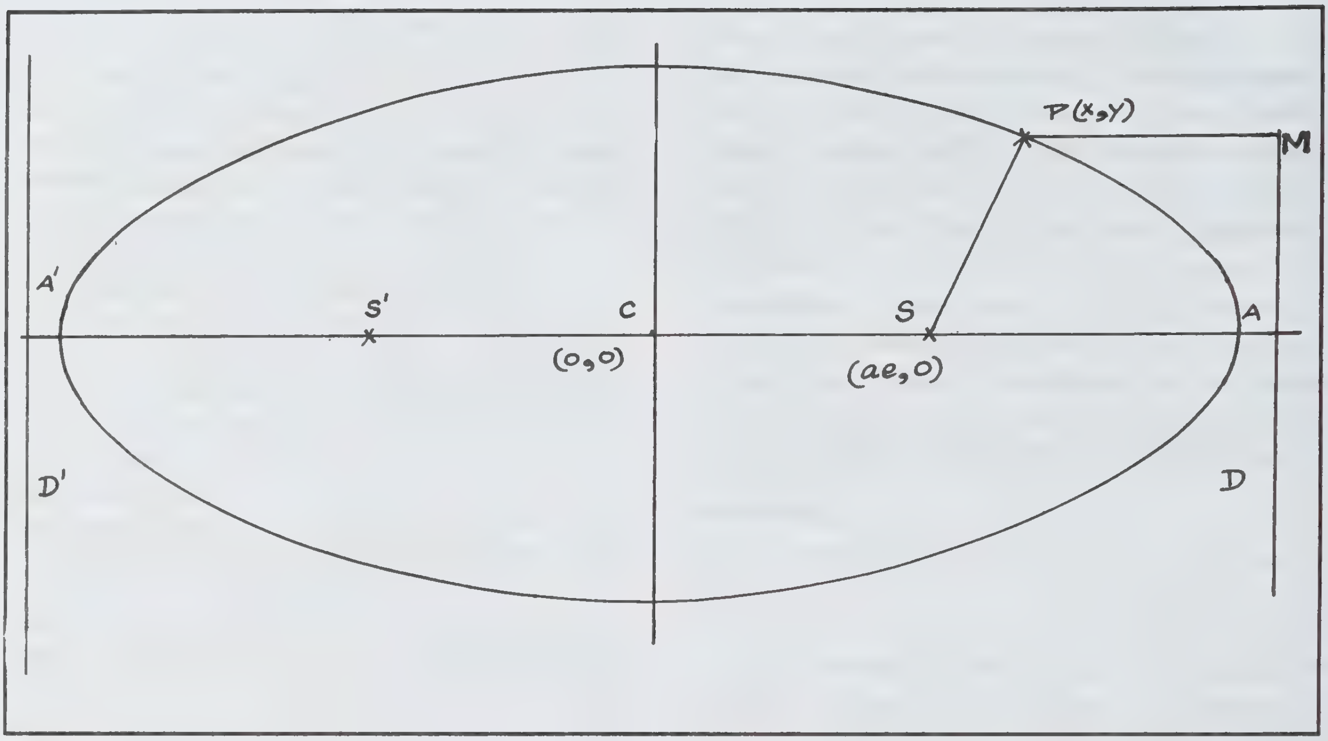
முற்றுப்பெறாத இரண்டாம் வகை நீள்வட்டத் தொகையீட்டைச் சில சமயங்களில்

$$\int_0^x t^2 (1-t^2)^{½} (1-k^2t^2)^{-½}\, dr$$

எனும் வடிவில் எழுதுவது வழக்கம்.

ஒரு நீள் வட்டத்தின் சுற்றளவைக் கணக்கிடும்போது, இத்தொகையீடுகள் எதிர்ப்பட்டதால், இவை நீள்வட்டத் தொகையீடுகள் என்று பெயர் பெற்றன.

- எம். அரவாண்டி



நீள்வட்டம்

மையத் தொலைத் தகவு e 1என அமையும் கூம்பு வெட்டிக்கு நீள் வட்டம் (ellipse) என்று பெயர். நெட்டச்சு (major axis) 2a அளவும், குட்டச்சு (minor axis) 2b அளவும் கொண்ட ஒரு நீள் வட்டத்தின் சமன்பாட்டை

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$$

என நிறுவலாம். இங்கு $b^2=a^2(1-e^2)$ என எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். பரவளையம் (parabola), அதிபரவளையம் (hyperbola) போன்ற கூம்புவெட்டிகளுக்குள்ள பல பண்புகள் நீள் வட்டத்திற்கும் பொருந்தும்.

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$$ இற்கு 1 (x_1, y_1)

எனும் புள்ளியிடத்து வரையப்படும் தொடுகோட்டுச் சமன்பாடு

$$\frac{x\,x_1}{a^2}+\frac{y\,y_1}{b^2}=1\ (T=O)$$

எனவும், x_1 , y_1 லிருந்து வரையப்படும் தொடுகோடுகளின் கூட்டுச் சமன்பாடு $T^2 = SS_1$ எனவும்

$$(S_1=\frac{x_1^{\,2}}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}-1=O)$$

(x_1, y_1) இன் S=0 எனும் நீள் வட்டத்தைச் சார்ந்த துணைகோடு (polar) T=0 எனவும் காணலாம்.

y=mx + c என்னும் கோடு S=0 எனும் நீள்வட்டத்தின் தொடுகோடாக உள்ளமைக்கு $C^2 = a^2 m^2 + b^2$ என்னும் கட்டுப்பாடு உண்மையாயிருக்க வேண்டும். S, S' என்பவை உயிர்ப்புள்ளிகையும் (foci), P என்பது நீள்வட்டத்திலுள்ள ஏதேனும் ஒரு புள்ளியாயுமிருந்தால், SP + S'P = 2a என்றிருக்கும். SY, S'Y' என்பவை நீள் வட்டத்தின் தொடுவரை ஒன்றிற்கு வரையப்படும் நேர்குத்துக் கோடுகளாயின் SY, $S'Y' = b^2$ என்பது உண்மையாயிருக்கும்.

(a CosΦ, b SinΦ)எனும் புள்ளியை நீள் வட்டத்தின் தன்னளவுக் குறியீடாக (parametric representation) எடுத்துக் கொள்ளலாம். இப்புள்ளியைக் கொண்டு, நீள் வட்டத்தின் விரிவான பண்புகள் அறியப்படுகின்றன. Φஎனும் இப்புள்ளியிடத்து வரையப்படும் தொடுகோட்டுச் சமன்பாடு,

$$\frac{x}{a}\cos\Phi+\frac{y}{b}\sin\Phi=1$$

எனவும் செங்கோட்டுச் சமன்பாடு ($a x \sec\Phi - by \operatorname{cosec}\Phi = a^2 - b^2$) எனவும் அறியப்படுகின்றன.

துணையிய (conjugate) இருவிட்ட நுனிகளின் மையக் கோணங்களை Φ,ϕ எனக் கொண்டால், Φ,ϕ ஆகியவற்றிற்கு இடைப்பட்ட வேறுபாடு ஒரு

செங்கோணம் என்பதும், PCP' DCD' என்பவை துணையிய விட்டங்களாயின் (C-ஆதி) $CP^2 + CD\delta^2 = a^2 + b^2$ என்பதும், SP, S'P = CD^2 என்பதும் P,P', D, D' இடத்துள்ள தொடுவரைகளால் அமையும் நாற்சிரையின் பரப்பளவு 4ab என்பதும் நீள்வட்டத்தின் சில சிறப்புப் பண்புகளாகும்.

- எம். அரவாண்டி

நீளம்

இடைவெளியின் நீட்டிப்பு, நீளம் (length) எனப்படுகிறது. எளிமையாகச் சொன்னால் இரண்டு புள்ளிகளுக்கு இடையிலான தொலைவு நீளம் எனப்படும். இது இயற்பியல் அளவுகளின் மூன்று அடிப்படை அலகுகளில் ஒன்று. நிறையும் நேரமும் மற்ற இரண்டு அடிப்படை அலகுகள். எனவே நீளத்தை அதைவிட எளிய உறுப்புகளின் அடிப்படையில் விவரிக்க முடியாது. அனைத்து நாட்டு மீட்டர் என்னும் ஒரு தன்னிச்சையான படித்தரத்தின் அடிப்படையில் நீளம் அளவிடப்படுகிறது. தூய்மையான கிரிப்டான் -86 ஒரு மின்னிறக்கக் குழாயில் கிளர்வடையும்போது வெளியிடுகிற ஆரஞ்சு நிற ஒளியின் அலைநீளத்தைப் போல 1,650, 763.63 மடங்காக அனைத்து நாட்டுப் படித்தர மீட்டர் வரையறுக்கப்படுகிறது. ஓர் ஒளிக் குறுக்கீட்டு அளவியின் உதவியால் கிரிப்டான் ஒளியுடன் நேரடியாக ஒப்பிடுவதன் மூலம் அளவுகோல்களும் அளவு நாடாக்களும் அளவு குறிக்கப்படுகின்றன. அவற்றின் மடங்குகளும் பின்னங்களும் கூட அவ்வாறே குறிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு அளவு குறிக்கப்பட்ட அளவுகோல்கள், நாடாக்கள் ஆகியவற்றுடன் ஒப்பிட்டு மற்ற நீளங்கள் வரையறுக்கப்படுகின்றன.

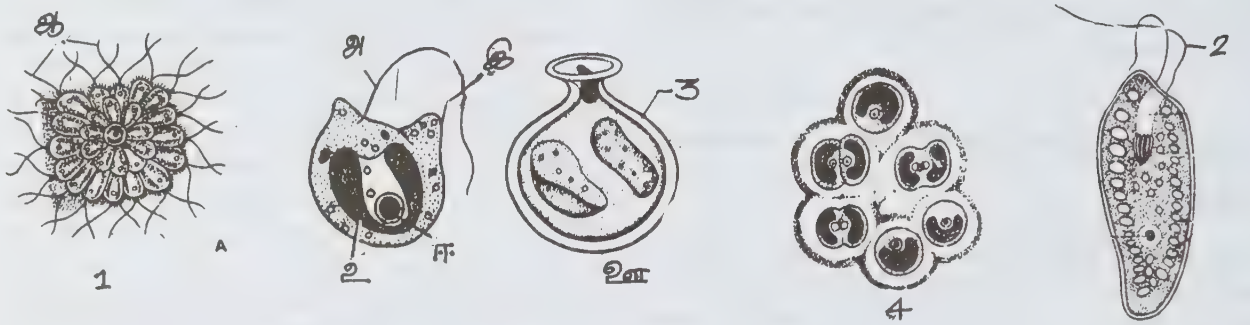
AB என்ற புள்ளிகளுக்கு இடைப்பட்ட நீளம் AB

படித்தர மீட்டர் முதன்முதலாக உருவாக்கப்பட்டபோது அது புவியின் நிலநடுக் கோட்டிற்கும் துருவத்துக்கும் இடைப்பட்ட தொலைவில் கோடியில் ஒரு பங்காக இருக்க வேண்டும் எனத் தீர்மானிக்கப்பட்டது. அண்மைக்கால அளவீடுகள் புவியின் துருவத்திற்கும் நிலநடுக் கோட்டுக்கும் இடையிலுள்ள தொலைவு ஏறத்தாழ 10,000,880மீ. நீளமுள்ளதாகக் காட்டுகின்றன. இருப்பினும் பாரிசில் உள்ள எடை மற்றும் அளவுகளுக்கான அனைத்து நாட்டுச் செயலகத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கிற ஒரு பிளாட்டின-இரிடியத் தண்டில் இடப்பட்டிருக்கிற இரண்டு குறிகளுக்கு இடையிலான தொலைவு ஒரு படித்தர மீட்டராகக் கொள்ளப்படுகிறது. வாஷிங்டனில் உள்ள அமெரிக்கப் படித்தரச் செயலகத்தில் இதன் மூன்று சரிமாதிரிகள் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. படித்தர மீட்டரின் நூற்றில் ஒரு பங்கு செ.மீ. எனப்படும். செ.மீட்டரின் பத்தில் ஒரு பங்கு மி.மீ. ஆகும். 1மி. மீட்டரின் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கு மைக்ரான் (micron) எனப்படும். அமெரிக்காவில் நடைமுறை வாழ்க்கையில் கஜம் (yard) என்கிற அளவு நீளத்தின் படித்தர அலகாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. 1866இல் அமெரிக்கப் பாராளுமன்றம் படித்தர கஜம், படித்தர மீட்டரின் 3600/3937 பங்காக இருக்க வேண்டும் என விதித்தது. கஜம் 36 அங்குலங்களாகப் பிரிக்கப்படுகிறதால் 1மீ. என்பது 39.37 அங்குலத்திற்குச் சமமாகிறது. பெரும் நீளங்களை அளவிடக் கி.மீ., மைல் போன்ற அலகுகள் பயன்படுகின்றன. ஒரு மைல் என்பது 5280அடி அல்லது 1760 கஜம் அல்லது 1.60935 கி.மீட்டருக்குச் சமமாகும்.

வானியலில் சந்திக்கப்படுகிற மகத்தான தொலைவுகளை அளக்க வானியல் அலகு, ஒளியாண்டு, பார்செக் போன்ற அலகுகள் பயன்படுகின்றன. வானியல் அலகு (astronomical unit) என்பது புவிக்கும் சூரியனுக்கும் இடையிலுள்ள சராசரித் தெலைவு. இது ஏறக்குறைய 93 மில்லியன் மைலுக்குச் சமம். ஒளியாண்டு என்பது வெற்றிடத்தில் ஒளி ஓராண்டுக் காலத்தில் பயணம் செய்து கடக்கிற தொலைவு. இது 5.89×10^{12} மைலுக்கு அல்லது 9.4605×10^{12} கி. மீட்டருக்குச் சமம். புவி சூரியனைச் சுற்றி வரும்போது விண்மீன்கள் அதற்கு எதிரான திசையில் சிறிய நீள்வட்டப்பாதைகளில் சுற்றி வருவதைப் போலத் தோன்றும். இது இடமாறு தோற்றத்தால் (parallax) ஏற்படுகிறது. இந்த நீள்வட்டப் பாதையின் பேரச்சில் (major axis) பாதி விண்மீன், இடமாறு தோற்றம் (stellar parallax) எனப்படும். ஒரு நொடி இடமாறு தோற்றமுள்ள ஒரு விண்மீனின் தொலைவு பார்செக் (parsec) எனப்படுகிறது. இது 3.26 ஒளியாண்டுகளுக்குச் சமம்.

- கே.என். ராமசந்திரன்

துணை நூல். I. Asimov, *Words of Science*, George G. Harrap and Company, London, 1974.



1. சைனூராயுவெல்லா 2. குரோமுலைனாவின் இழை 3. கூடு 4. இழைகளை இழந்து உருண்டையாதல்

அ. இழைகள் ஆ. இழைகள் இ. போலிக்கால் ஈ. நியூக்ளியஸ் உ. நுண்துளை ஊ. கூடு.

நீளிழையி

இது முட்டை வடிவமுள்ள சிறிய ஒருசெல் உயிரியாகும். மேஸ்டிகோஃபோரா எனும் வகுப்பைச் சார்ந்த இதில் தனி உயிரிகளும் கூட்டு உயிரிகளும் உள்ளன. ஒன்று அல்லது இரண்டு நீள் இழைகளைப் பெற்றிருக்கும் இதன் குரோமோபிளாஸ்டுகள் மஞ்சள் அல்லது பழுப்பு நிறமுடையவை. ஒரு கண் புள்ளியும், எளிய சுருங்கும் நுண் குமிழிகளும், ஒரு பை போன்ற உட்கருவும் உடையவை. இவ்வரிசையில் வரும் உயிரிகள் பல வகையில் அமீபாவின் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. இவை நீள இழைகளை இழந்து உருண்டையாகிப் பாசிச்செல் போல மாறுகின்றன. இந்நிலையில் வளர்சிதை மாற்றம், இனப்பெருக்கம் முதலிய செயல்கள் நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கும்.

பிளவு முறையில் இனப்பெருக்கம் (fission reproduction) நடைபெற்றுத் தோன்றும் செல்கள் குழகுழப்பான பொருளால் சூழப்பட்டுக் கூட்டுயிரித் தோற்றம் பெறும். சிலசமயம் இவ்வுயிரிகள் நீள் இழை, குரோமோபிளாஸ்ட் இரண்டையும் இழந்து அமீபா போன்று தோற்றமளிக்கும். சிர்ட்டோஃபோரா இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகளில் நீள் இழையைச் சுற்றிப் பல அச்சுக்கால்கள் அமைந்திருக்கும். பலவற்றிற்குச் சுண்ணத்திலான கூடு இருக்கும். சில உயிரிகளில் உணவைத் தாவரங்கள் போல் தயார் செய்யும் உணவூட்டம் (holophytic) நடைபெறுகிறது. இவை தயாரிக்கும் பொருள்கள் ஸ்டார்ச் அல்லது லியூக்கோசின் ஆகியவையாகும். அமீபாய்டு நிலையில் விலங்கு போல் உண்ணும். இரு சமப்பிளவு (binary fission) முறையில் இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகிறது.

இவ்வரிசை உயிரிகளின் முக்கியப் பண்பு உடலினுள் சிலிக்காவினால் ஆன கூட்டைச் சுரப்பதேயாகும். உயிரி உருண்டையாகி நீள் இழையை இழந்து தன்னைச் சுற்றிச் சுண்ணத்தாலான கெட்டிப் படலத்தை உருவாக்குகிறது. பிறகு சைட்டோசோமினுள் சிலிக்காவினால் ஆன கூட்டைச் சுரக்கிறது. இக்கூட்டின் நுனி புனலின் நுனிபோல் இருக்கும். கூட்டிற்கு வெளியிலுள்ள சைட்டோப்பிளாசம் கூட்டிற்கு மேலே சேகரிக்கப்பட்டுப் புனல் வாய்க்கு மூடியாக இருக்கும்.

குரோமுலைனா, ஒக்ரோமோனாஸ் ஆகிய இரண்டும் நீளிழையுடைய ஒரு செல் உயிரிகளாகும். இவை எளிய அமைப்புடையவை. முட்டை வடிவம் பெற்று ஒன்று அல்லது இரண்டு குரோமோபிளாஸ்ட்டுகளைப் பெற்றவை. மேலோமோனாஸ் என்பது நுண்முள்கள் உடைய உயிரி. சைனுராயுவெல்லா நன்னீரில் வாழும் கோள வடிவமுடைய ஒரு கூட்டு உயிரியாகும். இத்தொகுப்பில் உள்ள ஒவ்வொரு தனி உயிரியிலும் இருநீள் இழைகளும், வளைந்த இரு பழுப்புக்

குரோமோபிளாஸ்ட்களும், ஒரு கண் புள்ளியும், நுண்முள்களைக் கொண்ட உறைகளும் இருக்கின்றன. டைனோபிரையான் நன்னீரில் வாழும் ஒரு கூட்டு உயிரியாகும். ஒவ்வொரு தனி உயிரியும் சொல்லுலோசால் ஆன புனல் வடிவ உறையில் அமைய, அப்புனல்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று ஒட்டிக் கொண்டு இணைந்துள்ளன.

- இரா. ஜேம்ஸ்

துணை நூல். Adam Sedgwick, *A Text Book of Zoology*, Third Volume, Mac Millan and Company, Fifth Edition, London, 1956.

நீறுபூத்தல்

நீரேறிய படிகத் திண்மங்களிலிருந்து தன்னியல்பாய் நீர் மூலக்கூறுகள் ஆவியுருவில் வெளியேறும் செயற்பாடு நீறுபூத்தல் (effloresence) ஆகும். திண்மப் படிகச் சேர்மத்துடன் இணைந்துள்ள நீர்ப் பகுதியின் ஆவியழுத்தம் சுற்றுப்புற வளிமத்திலுள்ள நீரின் ஆவியழுத்தத்தைவிட மிகுந்திருக்குமானால், மிகையான நீர் வெளியேறி நீறுபூத்தல் நிகழ்கிறது.

நீர் மூலக்கூறுகள் இணைந்த உப்பான ($Na_2 So_4$, $10H_2O$) என்பதைத் திறந்த வெளியில் காற்றுப்பட வைத்திருந்தால் சிறிது நேரத்தில் நீர் நீங்கப் பெற்றுச் சேர்ம $Na_2 So_4$ மூலக்கூறுகள் மட்டும் தனியாகப் பிரிந்துவிடுவதை இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம்.

$$Na_2 SO_4 . 10H_2O \rightarrow Na_2 SO_4 + 10H_2O$$

இத்தகைய நீரேறிச் சேர்மங்களின் வளிம அழுத்த நிலையை நீறுபூத்தல் தன்மையுடன் பின்வருமாறு தொடர்புபடுத்தி விளக்கலாம். $CuSO_4, 5H_2O$ என்னும் வாய்பாடு கொண்ட காப்பர் சல்ஃபேட் பென்ட்டாஹைட்ரேட் படிகத்தில் ஐந்து நீர் மூலக்கூறுகள் அணைவு நிலையில் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையிலும் வளிமண்டல அழுத்த நிலையிலுமே இந்த நீரேறி நிலை அமைய முடியும். வெப்பநிலை அதிகரிப்பதாலோ, வளிமண்டல அழுத்த அளவு குறைவதாலோ பென்ட்டா ஹைட்ரேட்டிலிருந்து இரண்டு நீர் மூலக்கூறுகள் வெளியேற நேரும். அதன் விளைவாக டி-ஹைட்ரேட் என்னும் புதிய நிலை உருவாகிறது. இந்தச் சூழ்நிலையும் மாறுமானால் எஞ்சியுள்ள நீர் மூலக்கூறுகளும் வெளியேறி இறுதியில் சேர்மத்தில் நீரிலி நிலை (anhydrous state) அமைப்பு ஏற்படுகிறது.

நீறுபூத்தல் நிகழ்ச்சியின் விளைவாகப் படிக அமைப்பு சீர்குலைந்து சேர்மம் தூள் நிலையை எய்துகிறது. காண்க: நீரேறி.

- துளசிதாஸ்

பொருளடைவு

கட்டுரைத் தலைப்பு	பக்க எண்
நகம்	1
நகர்படி காண்க: இயங்கும் படிக்கட்டு	2
நகர அமைப்புத் திட்டம்	2
நகர மூக்கட்டி	3
நங்கூரமிடல்	5
நங்கூரவாங்கி	8
நச்சாதல்	9
நச்சியல் துறை	9
நச்சு நீக்கம்	10
நச்சுப்பல்லி	10
நச்சுயிர் ஈரல் அழற்சி	11
நச்சுயிரி நோய்ப் பரப்பி	13
நச்செதிரி	14
நஞ்சுக்கொடி விழாதிருத்தல்	15
நட்சத்திர மீன்	16
நட்சன் எண்	18

நடமாடும் கால்நடை மருந்தகம் 19

நடுக்கம் 21

நடுநிலையாக்கம் 21

நடுவரை ஆயத்தொலைவு முறை 23

நடுவரைத் தொலைநோக்கி 24

நடைத்தோற்றமும் ஆய்வும், கால்நடை 25

நண்டு உப்புக்கொத்தி 27

நண்டு ஒண்முகிற்படலம் 27

நண்டுகள் 27

நத்தை 31

நத்தைக்குத்தி நாரை 36

நத்தைச்சூரி 37

நந்தியாவட்டை 38

நமைச்சல் 40

நமைச்சல் எதிர்ப்பு மருந்து 41
நரங்கின்செட்விரிகுடா 42
நரம்பமைப்பு 42

நரம்பியங்கியல் துறை 45

நரம்பிழை வெட்டு 45

நரம்பு 46

நரம்புக்கலம் 47
நரம்பணு அமைப்பு 47

நரம்புக் காயங்கள்	49
நரம்புச்சிலந்தி	50
நரம்புத் தசை இணைப்புத் தடைப்பொருள்கள்	53
நரம்புத் தளர்ச்சி (கால்நடை)	54
நரம்பு நார்ப்பெருக்கம்	55
நரம்பு மண்டல ஊக்கிகள்	56
நரம்பு மண்டலக்காயம்	57
நரம்பு மண்டல நோய் (கால்நடை)	58
நரம்பு மண்டல நோய் (மருத்துவம்)	60
நரம்பு மண்டலம் (விலங்கியல்)	61
நரம்பு மண்டலம் (கால்நடை)	71
நரம்பு முடக்கு வளிமம்	74
நரம்பு வெளிர்தல் நோய்	74
நரம்புறை அழிவு	75
நரி	76
நரி வெங்காயம்	78
நல்ல பாம்பு	79
நல்லுருகு கலவை	83
நலக்குறியீட்டு முறை	84
நலிடிக்சிக் அமிலம்	85

நலிவுறு எலும்பழற்சி	86
நலிவு நோய்கள்	87
நவ்வி	87
நளகம்	88
நவச்சாரம்	90
நவரத்தினம்	90
காண்க : மணிக்கற்கள்	
நவீன நோய்க் கண்டுபிடிப்பு முறைகள்	90
நழுவல் இணை	94
நழுவு சட்டம்	94
நழுவு வணரி எந்திரநுட்பம்	97
நள்ளிரவுச் சூரியன்	98
நளி விண்மீன் குழு	99
நறளை	99
நறுமணப் பொருள்கள்	101
காண்க : மணப்பொருள்கள்	
நறுவிலி	101
நன்னாரி	102
காண்க : மணப்பொருள்கள்	
நன்னீர்ச் சூழ்தொகுப்பு	102
நன்னீர்த் தாவரங்கள்	111

நன்னீர்ப் பாசிகள்	116
நன்னீரில் மீன்பிடிப்பு	119
நாஃப்தலீன்	123
நாஃப்தால்கள்	124
நாக்கீழ் நரம்பு	126
நாக்கு	126
நாக்கு (கால்நடை)	128
நாக்கு மீன்	128
நாக்குளிஞ்சான்	132
நாக்டிலூர்க்கா	132
நாகபுரி எருமை	134
நாகமல்லி	135
நாகூர் மாடு	137
நாகேசுரப்பூ மரம்	138
நாட்டிலாய்டு	139
நாட்டு அக்ரூட்	142
நாட்டு அதிவிடையம்	143
நாட்டுக்கோழி முட்டையும் லெக்ஹார்ன் முட்டையும்	145
நாட்டுப்புற மருத்துவம்	145
நாட்டு மஞ்சள் சீனக்கிழங்கு	146

நாட்பட்ட இமை இணைச் சவ்வு அழற்சி	148
நாட்பட்ட குரல்வளை அழற்சி	148
நாடாப்புழு	149
நாடித்துடிப்பு (கால்நடை)	154
நாண்	155
நாண்ட்ரலோன்	155
நாணல்	155
நாணய உற்பத்தி	158
நாதோஸ்டோமுலிடா	163
நாமக்குரங்கு	164
நாமக்கோழி	166
நாமப்பூண்டு	168
நாய் இனங்கள்	169
நாய் உண்ணி	173
நாய்க்கடுகு	173
நாய்களில் கொக்கிப்புழு	175
நாய்களில் நாடாப்புழு	177
நாய்த்துளசி	178
நாய்ப்பாலை	179
நாய் மீநுண்ணுயிர் ஈரல் வீக்க நோய்	181

நாய் வளர்ப்போர் சங்கம்	182
நாய் விளா	183
நாயுருவி	184
நார் காண்க: தாவர இழைகள்	186
நார் எப்பிநெஃப்ரின்	187
நார்க் கற்றாழை காண்க: கற்றாழை	188
நார்ச்சத்துத் தீவனம்	188
நார்ப்பயிர்கள்	189
நார்வேஜியன் கடல்	194
நாரத்தை	195
நாரிப் பிதுக்கம்	197
நாரிழைகள்	197
நால் நேரலகு இயற்கணிதம்	198
நால் வண்ணப் படக் கணக்கு	199
நாலாக்சோன்	200
நாலார்ஃபின்	200
நாவல்	201
நாவாய்ப் பஞ்சாங்கம்	204
நாவாயியல்	205

நாள்	206
நாளக் கரடுகள்	206
நாளக் காயம்	207
நாளக் குருதிப் படிம உறைவு	207
நாளக் கொழுப்புக் கட்டி	209
நாளங்கள்	209
நாளமில்லாச் சுரப்பிகள்	210
நாளமில்லாச் சுரப்பி மண்டலம்	212
நாளமில்லாச் சுரப்பி மண்டலம் (விலங்கியல்)	217
நாளவழி உணர்வகற்றல்	219
நாளவழி உணவேற்றல்	221
நாளவழி உணவேற்றலின் சிக்கல்கள்	222
நாற்கரம்	223
நான்காம் பரிமாணம்	224
நான்கிணைய அம்மோனியம் உப்புகள்	226
நான்கு சுழற்சி எந்திரம் காண்க : உட்கனல் பொறி	227
நான்முகத்தகம்	227
நாஸ்கபின்	227
நிக்கல்	227

நிக்கோட்டின்	233
நிக்கோட்டினிக் அமிலம்	233
நிக்கோலைட்	234
நிக்லோசமைடு	234
நிகழ்ச்சி வேகத்தை உயர்த்தும் வழிகள்	235
நிகழ் தகவு	238
நிகிதமைடு	243
நிடேரியா	244
நிணநீர்க் கணு	246
நிணநீர்க்கலன் அழற்சி	246
நிணநீர்த் தடை	247
நிணநீர் மண்டலம்	248
நிணநீர் மண்டலம் (விலங்கியல்)	249
நிணநீர் முண்டுகள்	253
நிணநீரியல்	253
நித்திய கல்யாணி	254
நிம்ஃபேசிக் குடும்பம்	257
நிமட்டோமார்ஃபா	264
நிமாரி மாடு	266
நிமிடம்	267

நிமோனியா	267
நிமோனியா (கால்நடை)	269
நியாசின்	271
நியான்	272
நியான் சுடர் விளக்கு	273
நியூக்ளிய அமிலம் (உயிரியல்)	275
நியூக்ளியஸ்	282
நியூக்ளியான்கள்	287
நியூக்ளியிக் அமிலம்	289
நியூக்ளியோ புரதங்கள்	296
நியூக்ளியோலஸ்	297
நியூக்ளைடு	300
நியூகோம்ப், சைமன்	300
நியூட்டன் அயல் பாய்மம்	300
நியூட்டன் இடைமதிப்பு வாய்பாடு	303
நியூட்டன் இயக்க விதிகள்	304
நியூட்டன் ஈர்ப்பியல் விதி	305
நியூட்டன் கோட்ஸ் வாய்பாடு	305
நியூட்டன், சர் ஐசக்	306
நியூட்டன் பாய்மம்	308

நியூட்ரான்	309
நியூட்ரான் - எதிர் நியூட்ரான் அலைவுகள்	312
நியூட்ரான் ஒளியியல்	313
நியூட்ரான் விளிம்பு விளைவும் சிதறலும்	313
நியூட்ரான் நிறமாலையியல்	317
நியூட்ரான் நிறமாலையளவியல்	321
நியூட்ரினோ	327
நியூபியன் ஆடு	329
நியூமான், ஜான் வான்	330
நியூமோகாக்கஸ்	331
நியூராப்டீரா	332
நியோடைமியம்	336
நியோபியம்	338
நியோமைசின்	340
நியோர்னித்திஸ்	341
நியோனேத்தே	344
நிரப்பி	351
நிரப்பியல்பு	353
நிரல்வழி வேதி ஆய்வு, உமிழ்வு	354
நில அரிப்பு	358

நில ஆவாரை 361

நில இயற்பியல் 362

நில இயற்பியல் ஆய்வு முறைகள் 367

நில ஈர்ப்பு 369

நில ஒருங்கமைப்பு 371

நிலக்கட்டமைப்பியல் 372

நிலக்கடலை 373
காண்க: வேர்க்கடலை

நிலக்கரி 374

நிலக்கரி எரிவிப்புக் கொதிகலன் 375

நிலக்கரித்தாரும் அதன் பெறுதிகளும் 377

நிலக்கரி மாற்றுவகைப்படுத்தல் 380

நிலக்கரியாக்கம் 389

நிலக்கரி வகைப்பாடு 392

நிலக்கரி வேதிப் பொருள்கள் 396

நிலக்காந்தவியல் 398

நிலக்குமிழ் 405

நிலச்சம்பங்கி 406

நிலச்சமன் பொறி 407

நிலச்சரிவு 409

நிலஞ்செதுக்கி	409
நிலத்தடி ஆய்வு	413
நிலத்தடி நீர்	415
நிலத்தூண் அடிமானம்	417
நிலநடுக்கச் செறிவு அளத்தல்	420
நிலநடுக்கம்	422
நிலநடுக்க வரைவி	424
நிலநடுக்கவியல்	425
நிலநடுவரை	428
நிலநீருக்கு ஆக்கமளித்தல்	429
நிலநோக்கமைப்பு	431
நிலப்பட அளவை	438
நிலப்படக் கோட்டுச்சட்டம்	439
நிலப்படம் உருவாக்கல்	441
நிலப்பட மீள் உருவாக்கம்	442
நிலப்பட வடிவமைப்பு	442
நிலப்பயன்பாட்டு வகை	443
நிலப்பனை	443
நிலம் திருத்தல்	445
நில மடிப்புகள்	448
நில மதிப்பீடு	449
நில வடிவியல்	452

நில வாகை 453
காண்க : சென்னா

நில வெப்பப் பாய்வு 453

நில வேம்பு 455

நிலைக்காந்தமும் காந்த நிலையியலும் 456

நிலைக்கேற்ற தழுவல் 458

நிலைச் சமன்பாடுகள் 460

நிலைத்த நிலைகள் 462

நிலைத்திறன் கூட்டல் 463

நிலைப்படுத்தல் 465

நிலைப்படுத்தி (வானூர்தி) 465

நிலைப்படுத்தும் தடையம் 466

நிலைமத் திருப்புத்திறன் 466

நிலைமப் பெருக்கு தொகை 468

நிலைமம் 469

நிலைம வழிக்காட்டமைப்பு 469

நிலைமாறு மாறிலிகள் 470

நிலைமாறு வெப்பநிலை 471

நிலைமின் அச்சடிப்பு 472

நிலைமின் அளவி 473

நிலை மின்சாரம் 474

நிலைமின் வீழ்படிவி 474

நிலை மின்னியல் 476

நிலைமைச் சமநிலை 480

நிலைமை மாற்றங்கள் 490

நிலைமை மாற்றி வினையூக்கி இயல் 496

நிலையமுத்தப்பாய்வு 497

நிலையியல் 498

நிலையியல், காந்த 500

நிழல் 506

நிழல் தாவரங்கள் 507

நிழலாடி மீன் 510

நிழலின் விளைவுகள் 510

நிற்பு அலைகள் 512

நிற அளவியல் 513

நிற அளவியல் (இயற்பியல்) 519

நிறக்கணிகங்கள் 521

நிறக்குருடு 529

நிறச்சாரல் பிரிகை 530

நிறப்பிரிகை 536

நிறப்பிரிகைச் சமன்பாடுகள்	537
நிறப்பிறழ்ச்சி	537
நிறம்	541
நிறம் (குவாண்டம் எந்திரவியல்)	543
நிறம் நிறுத்தி	544
நிறமாலை	544
நிறமாலை அளவி	547
நிறமாலை ஒளி அளவியல்	549
நிறமாலை நோக்கி	551
நிறமாலையியல்	553
நிறமாலையியல், எலெக்ட்ரான்	561
நிறமி	563
நிறமி (தாவரவியல்)	565
நிறமிக்குறைவு	568
நிறமியப் பதனிடல்	568
நிற மையங்கள்	571
நிற வடிப்பான்	575
நிற வெப்பநிலை	575
நிறுத்தச்சுவர்	576
நிறுத்தி	577

நிறுவன வசதிகள் 580

நிறை அழியா விதி 582

நிறை அழிவின்மை 582

நிறை எண் 583

நிறை குறைபாடு 583

நிறை தாக்க விதி 583

நிறை நிறமாலையியல் 585

நிறை நிறமாலை வரைவி 587

நின்றொளிர்தல் 594

நினைவிழப்பு 598

நீடித்த இதய உறை நீர்க்கோத்தல் 598

நீடித்த ஈரல் அழற்சி 599

நீடித்த கணைய அழற்சி 601

நீடித்த நோய்ப்பரவல் 602

நீடித்த மகப்பேறு 602

நீமன் பிக் நோய் 602

நீர் 603

நீர் உட்புகுதல் 610

நீர் ஏற்றத் தேக்கக்கருவிகள்
காண்க : நீர் மின்னாற்றல் 611

நீர்க்காகம்	611
நீர்க்கிணறு	614
நீர்க்கிராம்பு	616
நீர்க்குழாய்க் கொதிகலன்	616
நீர்க்குழாய் மண்டலம்	618
நீர்க்கூட்டு வெடிமருந்துகள்	620
நீர்க்கோப்பு	623
நீர்க்கோழி	623
நீர்க்கோளம்	631
நீர்ச்சக்கரம்	631
நீர்ச்சம்மட்டி	631
நீர்ச்சுழ்லி காண்க: ஆற்றல், நேர்மின்	632
நீர்த்திரட்டல்	632
நீர்த்தூய்மைக்கேடு	635
நீர்த்தூய்மையாக்கல்	637
நீர்த்தேக்கம்	645
நீர்த்தேள்	647
நீர் நாய்	647
நீர் நுண்ணுயிரியல்	649
நீர் நொச்சி	650

நீர் நோய்கள்	651
நீர் பதப்படுத்தல்	652
நீர்ப்பாசனத்திறன்	660
நீர்ப்பாசனத்திறன் (தாவரவியல்)	661
நீர்ப்பாசனத்தை அளவிடல்	663
நீர்ப்பாசன முறைகள்	670
நீர்ப்பாசன முறைகள் (தாவரவியல்)	672
நீர்ப்பாசன மேலாண்மை	675
நீர்ப்பி	677
நீர்ப்பிரமி	677
நீர்ப்புளி	679
நீர்ப்பூலா	680
நீர்ம எரிபொருள் செயல்முறை	681
நீர்மக் கட்டமைப்பு	687
நீர்மங்களின் அலையியக்கம்	690
நீர்ம நிலை உலோகங்கள்	691
நீர்ம நிலையியல்	693
நீர்மப் படிகம்	697
நீர்மப் பெட்ரோலிய வளிமம்	702
நீர்மம்	703

நீர் மற்றும் மின் அயனிகள் கட்டுப்பாடு	706
நீர்மமாக்கப்பட்ட நில வளிமம்	707
நீர்ம ஹீலியம்	708
நீர் மிதவைத் தாவரங்கள்	716
நீர்மின்திறன்	721
நீர் முள்ளி	723
நீர்மூழ்கிக் கப்பல்	723
நீர் மூழ்குதல்	730
நீர் மூழ்கு தாவரங்கள்	739
நீர் மேல் நெருப்பு	744
நீர் யானை	745
நீர் வழங்கு பொறியியல்	747
நீர் வழிகள்	750
நீர் வழித் தாவர வளர்ப்பு	750
நீர் வழித் தூய்மைக்கேடு	754
நீர் வழி நோய்கள்	759
நீர் வளங்கள்	760
நீர் வளர்ப்பு ஆய்வு	763
நீர் வளம் பேணுதல்	765
நீர் வளிமம்	768

நீர் வாழ் களைகள்	769
நீர் விருப்பு, வெறுப்புக் கூழ்மங்கள்	771
நீர் வீக்கம்	773
நீரடி ஒளிப்படவியல்	774
நீரற்ற கலத்துறை	778
நீராவி	782
நீராவி ஆக்க அணி	784
நீராவிக் கூம்புக்குழல்	786
நீராவிச் சூடாக்கம்	787
நீராவித் தாரைப்பீய்ச்சி	790
நீராவிப் பிரிப்பி	791
நீராவிப் போக்கு	792
நீராவி வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாடு	794
நீராற் பகுப்பு	795
நீரியல் அடைப்பிதழ்த் தூக்கி	796
நீரியல் அழுத்தி	797
நீரியல் ஒப்புமைப்பட்டியல்	798
நீரியல் சரிவு	800
நீரியல் சுழற்சி	800
நீரியல் செயல்படுத்தி	802

நீரியல் துள்ளல்	804
நீரியல் பொறியியல்	804
நீரிலைக் கலம்	806
நீரிழிவு நோய்	806
நீரிழிவு நோயும் அறுவையும்	807
நீரின் வன்மை	808
நீரும் ஆவியும்	809
நீரும் கால்நடையும்	810
நீரேற்றம்	812
நீரேறி	812
நீல அவுரி	813
நீலக்கல்	815
நீலகிரித் தைல மரம்	816
நீலகிரி மார்டென்	818
நீலகிரி முசு	821
நீலத்திமிங்கலம்	822
நீலத் துடுப்புப் பாறை மீன்	824
நீலத் தேவதை மீன்	825
நீலாம்பரம்	826
நீலி எருமை	826

நீள் நாள் தாவரங்கள்	828
நீள் முடுக்கி	831
நீள்வட்ட ஆயங்கள்	837
நீள் வட்டகமும் கோளகமும்	838
நீள் வட்டச் சார்பு	839
நீள் வட்டத் தொகையீடு	839
நீள் வட்டம்	840
நீளம்	841
நீளிழையி	842
நீறுபூத்தல்	843

கலைச்சொற்கள்

(தமிழ் - ஆங்கிலம்)

அக்குள்	-	axilla
அகக் கருவுறுதல்	-	internal fertilization
அகச் செல் செரிமானம்	-	intracellular digestion
அகச் சீரமைப்பு	-	internal symmetry
அகத் தோலியச் செல்	-	endothelial cell
அகத் தோலியம்	-	endothelium
அக நிழல்	-	umbra
அகப் படிகம்	-	host crystal
அகப்பிதுக்கப்பை	-	endogenous cyst
அகலாங்கு	-	latitude
அடுக்கியல்	-	exponential
அடைப்பிதழ்	-	valve
அணு ஆற்றல் நிலையம்	-	nuclear power plant
அணுக்கருக் கோண உந்தம்	-	nuclear angular momentum
அணுக்கருத் துகள்	-	nucleon
அணுக்கருப்பிளவு	-	nuclear fission
அணுக்கருப்பூச்சு	-	nuclear emulsion
அணுக்கரு மாதிரிப் படிவம்	-	nuclear model
அணுக் கொக்கி வளர் கரு	-	hexacanth embryo
அணுகு ஒட்டுதல்	-	approach grafting
அணுக்கருப் பிளவுக் கலன்	-	nuclear fission chamber
அதிபரவளையம்	-	hyperbola
அதிர்வு அமைப்பு	-	vibrating mechanism
அதிர்வு வகைத் துளையிடும் கருவி	-	vibratory pile driver
அமிலத்திலிடப்பட்ட தோல்	-	pickled skin
அமுக்கவியலா	-	incompressible
அமுக்கி	-	compressor
அயக்காந்தப் பொருள்	-	ferromagnetic material
அயனி	-	ion

அயனிப் பரிமாற்ற வண்ணப் படிவுப் பிரிகை	-	ion exchange chromatography
அரிப்பு ஊற்று	-	erosional spring
அரிமான மின்கலம்	-	erosion cell
அலைவு நோக்கி	-	oscilloscope
அழுத்தப்பட்ட காற்று	-	compressed air
அழுத்தப் பதனிடுதல்	-	pressure treatment
அழுத்த முறை	-	pressure process
அளவீடு	-	specification
அளவு கோல்	-	scale
அறுகோணப் படிகம்	-	hexagonal
அறை வெடிகனி	-	loculicidal
ஆக்சிஜன் குறைவேற்படுதல்	-	cerbral anoxia
ஆக்சிஜன் சுமப்பான்	-	oxygen carrier
ஆக்சிஜனேற்றத்தடுப்பி	-	antioxidants
ஆக்சிஜனேற்றி	-	oxidizer
ஆதாரதாங்கு மையம்	-	fulcrum
ஆய்வுத் தொகுதி	-	test system
ஆயத் தொலைவு	-	coordinate
ஆரச் சமச்சீர்	-	radial symmetry
ஆர நரம்பு	-	radial nerve
ஆவியாக்க நிலை வெப்பம்	-	heat of vapourisation
ஆவியாதல்	-	evaporation
ஆழ்நிலைப்பாறை நிலநடுக்கம்	-	plutonic earthquake
ஆழ் மஞ்சள் நிறக் கனிகம்	-	allophore
ஆவி அழுத்தம்	-	vapour pressure
ஆற்றல் மட்டம்	-	energy level
இசிவு நோய்	-	tetanus
இடிப்பு, உதைப்பு	-	knocking
இடுக்கி உறுப்பு	-	pedicellarial organ
இடைப்பட்ட துளை	-	interlamellar
இடையூழிக்காலம்	-	mesozoic
இணங்கு தகவு	-	yield stress
இணைதிறன் பட்டை	-	valence band

இணைப்புக் கோடு	-	suture
இணைப்புத் திசு	-	connective tissue
இதய உறை	-	pericardium
இதய உறை நீர்க் கோத்தல்	-	chronic pericardial effusion
இதயத்தசைக் குருதி நலிவு	-	simulate myocardial infarction
இதயப்புறம்பு நோய்	-	extra cardiac disease
இயங்கு சுருள்	-	moving coil
இயங்கு தனிமப் புற வேற்றுமை	-	dynamic allotropy
இயல்பாற்றல்	-	entropy
இயல்பு சீமன் விளைவு	-	normal Zeeman effect
இயற்கை ஆடை	-	natural fabric
இயற்பியல் தராசு	-	physical balance
இரட்டை - இரட்டை நியூக்ளைடுகள்	-	even-even nuclides
இரட்டை ஒற்றை நியூக்ளைடுகள்	-	even-odd nuclides
இருபக்கச்சமச்சீர்	-	bilateral symmetry
இருசு	-	axle
இருதிசைத் தாள் நிறப்பகுப்பு	-	two dimensional paper chromatography
இரு பணி இயக்கும் சம்மட்டி	-	double acting hammer
இருபுரி இழை	-	double strand
இருசிப்பியுடையவை	-	bivalves
இருநிலை வாழ்பவை	-	amphibions
இரட்டைக் கீழ் நரம்பு வடம்	-	double ventral nerve cord
இரைப்பை நரம்பு வளையம்	-	stomach gastric ring
இலைத்துளை	-	stomata
இலையிடைத்திசு	-	mesophyll tissue
இலை நார்ண்	-	leaf fibre
இழுப்புக்குழல்	-	draft tube
இழுவிசை	-	drag force
இழுவை இணைப்பு நிலஞ்செதுக்கி	-	tractor towed scraper
இளம்புழு, இளவுயிரி	-	larva
இனப்பெருக்கம்	-	reproduction
இனப்பெருக்க விதைகள்	-	testicles
இனவிழைச்சுக் காலம்	-	breeding season
ஈர்ப்பியல் பொது விதி	-	universal law of gravitation

ஈரச்சு - biaxial

ஈரல் சிறுநீரக நோயியம் - hepato renal syndrome

ஈருறுப்புத் தேற்றம் - binomial theorem

ஈளை - asthma

உச்சி வட்டம் - meridian

உட்கவர் திறன், உறிஞ்சுதிறன் - absorptivity

உட்கவர்வு குணகம் - absorption coefficient

உட்கவர் திறன் குறியீடு - absorbancy index

உட்காதுச் சுருள் குழாய் நரம்பு - vestibulo-cochlear nerve

உட்சிரைக் குருதி உறை படிமம் - phlebothrombosis

உட்சுரப்பு - tropic hormone

உட்சுருள் - body whorl

உட்பரத்தல் - infiltration

உட்புழைகள் - lumina

உடனொளிர்தல் - fluorescence

உடைதல் - fragmentation

உணர்திறன் - sensitivity

உணர் நரம்பு - sensory nerve

உணர் நீட்சி - tentacle

உணவுப் பாதை - alimentary canal

உணவுத்தட்டு - template

உந்து தண்டு - piston

உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி - labial gland

உயவிடுதல் - lubrication

உயிரணுப்பிரிதல் - cell division

உயிரொளி - bioluminiscence

உராய்வு விசை - frictional force

உரிப்புச்செயல் - stripping operation

உருக்கிப் பிரித்தல் - smelting

உருக்குலைவு - deformation

உருகிய பல்லுறுப்பு - molten polymer

உருகுநிலை வெப்பம் - heat of fusion

உருண்டைக் கோது - round pod

உருண்டைப்புழு	-	nematode
உருவரைவாளரர்	-	draftsman
உருள் கலன்	-	drum
உருளல்	-	rolling
உருளைக்கல்	-	core
உருளை நீர் உட்புகு அளவி	-	cylinder infiltrometer
உலகக்கோடு	-	world line
உலகத்திசைவேகம்	-	world velocity
உலகப் பிரிவு	-	global rift
உலர் அழுகல்	-	dry rot
உலர்நிலைப் பதனிடல்	-	dry tanning
உலக முடுக்கம்	-	world acceleration
உலோகக் கூட்டுப் பொருள்	-	composite metal
உள்ளூடுருவி	-	intrasive
உள் ஓட்டுச்சதைக்கனி	-	drupe
உள்தொண்டை	-	pharynx
உள்ளகத் திருத்தம்	-	internal conditioning
உள்ளிருத்துதல்	-	implantation
உள்ளுறை வெப்பம்	-	latent heat
உள்ளுறுப்பு உறை	-	visceral sac
உள்ளுறுப்பு அல்லது தானியங்கி நரம்பு மண்டலம்	-	visceral or autonomous nervous system
உளக்கேடு	-	dementia
உறிஞ்சுதல்	-	absorption
உறிஞ்சும் கிண்ணம்	-	suction cup
உறுப்புக்குறைபாடு	-	phenotype
உறை நிறைவுப்புள்ளி	-	solidus
உறைப்படலம்	-	cuticle
ஊடகம்	-	medium
ஊடக வளிமம்	-	carrier gas
ஊடுருவு திறன்	-	permeability
ஊன்புரதம்	-	gelatine
ஊதுகுழல்	-	syrinx

ஊர்தல்	-	creep
ஊற்று	-	spring
ஊனீர்	-	serum
எஃகு	-	steel
எக்கி	-	pump
எச்சரிக்கை நிறம்	-	warning colour
எண்ணியல் தொலைநோக்கி	-	counter telescope
எதிரயனி	-	anion
எதிர் உராய்வு	-	negative friction
எதிர்த்திருப்பியூட்டு	-	negative feedback
எதிர் நியூக்ளிய எதிர்ப்பொருள்	-	anti nuclear antibody
எதிர் மின்னூட்டம்	-	negative charge
எதிர் முருடில்லாத் தசை எதிர்ப்பொருள்	-	anti smooth muscle antibody
எந்திரவியல் ஆற்றல்	-	mechanical energy
எரிகனல் அறை	-	combustion chamber
எரிமலை ஏற்படுத்தும் நில நடுக்கம்	-	volcanic earthquake
எல்லைச்சுட்டி	-	land mark
எலெக்ட்ரான் நிறமாலையியல்	-	electron spectroscopy
ஏம மண்டலம்	-	immune system
ஏற்பி	-	receptor
ஏற்ற இறக்கத் தட்டு	-	elevator
ஒத்த இணைவு	-	isogamy
ஒத்த இணைச் செல்	-	isogamete
ஒத்ததிர்வு முடுக்கம்	-	resonance acceleration
ஒதுக்கு கால்வாய்	-	diversion channel
ஒப்புமைநிலை	-	corresponding status
ஒருகொக்கி நங்கூரம்	-	single fluke anchor
ஒருங்கிணைத்தல்	-	assembling
ஒருசெல் உயிரி	-	unicellular organism
ஒருதளக் குறை	-	astigmatism
ஒருவழிப்புற மாற்றம்	-	monotrophy
ஒலி எதிர்ப்பு	-	acoustic impendence
ஒலிப்பெட்டி	-	voice box

ஒலிப்பைத் தசை - syringal muscle
ஒழுங்கு நாற்கரம் - regular quadrilateral
ஒளி உமிழும் விளக்கு - flash light
ஒளி ஊடுருவுகை - transmittance
ஒளிக்கூச்சம் - photophobia
ஒளிச்சேர்க்கை - photosynthesis
ஒளித் திறப்பு - light exposure
ஒளிப்புகவிடாமை - opacity
ஒளிமின் ஒளி அளவி முறை - photo electric photometer
ஒளி மின்கலம் - photo electric cell
ஒளி மின் நிற அளவி - photo electric colourimeter
ஒளியியல் அடர்த்தி - optical density
ஒளியியல் நிறமாலைப் பகுப்பி - spectrometer
ஒளிர்தல் - phosphorescence
ஒளிரும் குழல் விளக்கு - fluorescent tube
ஒளி வழி ஒளிர்வு - photo luminesence
ஒளி வாங்கி - photoreceptor
ஒளி விலகல் திறன் - refractivity
ஒளி விலகு நிறக்கணிகம் - antaugophore
ஒளி வேதி வினை - photochemical reaction
ஒற்றுமை - unity
ஒற்றை ஒற்றை நியூக்ளைடு - odd-odd-nuclide
ஒற்றைக் கண்ணி - cyclop
ஒற்றைச் சாய்வு மடிப்பு - monoclinal fold
ஒற்றை நிறமாக்கி - monochromater
ஒற்றைப் பல்வகை - monodentate
ஒத்தியக்கக் கதிர் வீச்சு - synchrotron radiation
கட்டகத் தகடு - structural plate
கட்டத் திசைவேகம் - phase velocity
கட்டு நிலத்தூண் - composite pile
கட்டுறுப்புத் தொகுதிகள் - prosthetic groups
கட்டைத்திசு - xylem
கட்டை நாண் - wood fibre

கட்புலனாகும் நிற அளவியல்	-	visual colorimetry
கடத்தும் பட்டை	-	conduction band
கடத்துமை	-	conductivity
கடல் உயிரி	-	marine organism
கடல் நங்கூரம்	-	sea anchor
கடற்கரை நாவாயியல்	-	coastal navigation
கடின ஓட்டுக் கணுக்காலி	-	curstacea
கடினக் காந்தப் பொருள்	-	hard magnetic material
கடின நயம்	-	heavy texture
கடின வகை உருக்கு	-	tool steel
கடைக்குடல்	-	hind gut
கண் காம்பு	-	ommatophore
கண்டம்	-	segment
கண்ணாடி மாறுநிலை	-	glass transition
கண்ணிப் பரப்பு	-	loop area
கண்ணியக்க நரம்பு	-	oculomotor nerve
கண்ணுள் அழுத்தம்	-	intraocular pressure
கண், தோல் பாண்டு நோய்	-	oculocutaneous albinism
கண் புள்ளி	-	eye spot
கணையச் செரிமானம்	-	pancreatic digestion
கதிர்க்குலை	-	spikelet
கதிர்வீச்சு	-	radiation
கதிரியக்கத் தனிமம்	-	radioactive element
கம்பிச்சுருள்	-	spring
கருக்கவர் பதிலீட்டு வினை	-	nucleophilic substitution
கருமுட்டை	-	zygote
கரையாப்பொருள்	-	insoluble
கல்புற்று	-	stalagmite
கலங்குமை	-	turbidity
கலவிப்பெருக்க இணைவு	-	oogamy
கலவிப்பெருக்கம்	-	sexual reproduction
கலவியிலாப் பெருக்கம்	-	asexual reproduction
கழலை	-	tumour

கழலைப்புற்று	-	sarcoma
களிப்பாறை	-	shale
கற்காரை உறை	-	concrete encasement
கற்குழம்பு	-	magma
கறுப்பு நிறக்கணிகம்	-	melanophore
கனிமவகைப் பாறை	-	inorganic rock
காடி	-	vinegar
காந்த ஆடி	-	magnetic mirror
காந்த இயக்கு விசை	-	magnetomotive force
காந்த ஈர்ப்பழுத்தம்	-	magnetic potential
காந்த ஈர்ப்புப் பொருள்	-	para magnetic material
காந்த எதிர்ப்புப் பொருள்	-	diamagnetic material
காந்தக் குறுக்கம்	-	magnetostriction
காந்தச் சார் வளைவு	-	magnetisation curve
காந்தச் சுழற்சி	-	cycle of magnetisation
காந்தத் தயக்கம்	-	hysteresis
காந்தத் திசையளவி	-	magnetic compus
காந்தத் தூண்டல்	-	magnetic induction
காந்தப் பாயம்	-	magnetic flux
காந்தமாக்கல் செறிவு	-	intensity of magnetisation
காந்த விசைக்கோடுகளின் தொகுப்பு	-	magnetic lines of force
காப்புக்கிட்டி	-	trevis
காப்பு வயல்	-	conservation terrace
காம்பில்லா நங்கூரம்	-	stalkless anchor
காரணவியல்	-	etiology
காரீய வெள்ளை	-	white lead
காலம் சாராப் பாய்மம்	-	time independent fluid
காலத்துடிப்பு	-	time pulsed
காளான் வடிவ நங்கூரம்	-	mushroom anchor
காற்றறை	-	tracheid
காற்றுக் குழாய்த் தொகுப்பு	-	vascular bundle
காற்றுத்திசு	-	airenchyma
காற்றுப்பை	-	alveole

காற்றுமிதவை	-	air float
கிடைமட்ட நிறப்பகுப்பு	-	horizontal paper chromatography
கிண்ணி	-	bowel
கிழக்கு முக நேரக் கோணம்	-	eastern hour angle
கீழ்ச்சரிவு	-	down slope
கீழிறுதி நிலை	-	bottom dead centre
கிளர்ச்சி ஆற்றல்	-	excition energy
கிளையோடு செல்	-	dentric cell
குஞ்சத் துணி	-	fur
குடல் உள்நாக்கு	-	intestinal tonsil
குப்புற விழுதல்	-	pitching
குமிழ்க் கலன்	-	bubble chamber
குமிழிடுதல்	-	bubbling
குருதி ஒழுக்கு	-	haemorrhage
குருதிக்கட்டி	-	thrombosis
குருதிக் குழல் மைய அழற்சி	-	vasculitis
குருதிக் குழி	-	blood sinus
குருதிச் சிரை	-	venae cava
குருத்தெலும்பு	-	cartilage bone
குரல் நாண் கடினமாதல்	-	hyper trophic laryngitis
குருதிப்புரதக் குறைவு	-	hypoproteinaemia
குருதிமிகு காமா குளோபுலின் நிலை	-	hyper gamma globulinaemia
குவாண்டம் இயக்கவியல்	-	quantum mechanics
குவாண்டம் இயற்பியல்	-	quantum physics
குவார்ட்ஸ் சலவைக்கல்	-	conglomerate
குவிப்படிமலர்ச்சி	-	convergent evolution
குவியத் தனிமைப்படுத்தல்	-	focal isolation
குவியம்	-	focus
குழல் சுருக்கும் செயல்	-	vasoconstrictor
குழல் நிறப்பகுப்பு	-	column chromatography
குழாய் செலுத்தி ஆய்தல்	-	cytoscopic examination
குழுத் திசைவேகம்	-	group velocity
குளிகை	-	tablet

குளிர்கால ஒடுக்கம் - hibernation
குளிர்விப்பான் - coolant
குளிர்வு வரை - cooling curve
குளோரின் நீக்கி - antichlor
குறுக்குப் பெருங்குடல் - transverse colon
குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் - cross sectional view
குறை அனல்மிகு நிலக்கரி - semi anthracite
குறை வேக நியூட்ரான் கற்றைத்தறி - slow neutron beam chopper
கூட்டச்சுத் தசை - columellar muscle
கூட்டு நிறக்கணிகம் - chromotosome
கூட்டுப்புறத்திரள் - panicle
கூட்டு மாதிரியமைப்பு - collective model
கூடு - capsule
கூடு மாதிரி படிவம் - shell model
கூடுறை - cyst
கூம்பு - cone
கூம்புருவ உறுப்பு - pineal body
கூழ் நுழைவுப் புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி பகுப்பாய்வு - gel penetration chromatography
கூழ்மத் துகள் - colloidal particle
கூழ்மம் - colloid
கெட்ஜ் நங்கூரம் - kedge anchor
கேட்டை - antares
கொட்டும் செல் - stinging cell or nematocyst
கொடுக்கிணைப்பு - chelate
கொதிகலன் சேர்மம் - boiler compound
கொதித்தல் - boiling
கொதிநிலை - boiling point
கொழுப்பு நிறக்கணிகம் - lipohore
கோடைச்சொறி - summer eczema
கோடைத் துயில் - aestivation
கோழைப்படலம் - mucous membrane
கோளக அலை - spherical wave
சக்கர இழுவை நிலஞ்செதுக்கி - wheel tractor scraper

சிரை	-	vein
சடப்பொருள்	-	mummification
சணல் இழை	-	jute fibre
சதுர தள அணைவு	-	square planar complex
சதைக்கனி	-	berry
சம காந்தப் பண்புக்கோடு	-	isomagnetic line
சமச்சாய்வு மடிப்பு	-	isoclinal
சமச்சீர் நிலை	-	balance
சமச்சீர் மடிப்பு அல்லது ஒத்த மடிப்பு	-	symmetrical fold
சமசீரற்ற மடிப்பு அல்லது ஒத்தமையா மடிப்பு	-	asymmetrical fold
சமதள ஒளி இருள் விளக்கு	-	isophase light
சமநிலை அமைப்பு	-	state of equilibrium
சமநிலை மாறிலி	-	equilibrium constant
சமநிலை வேர்	-	balancing root
சமபக்க முக்கோணம்	-	equilateral triangle
சமம் செய்முறை	-	balancing method
சமூக இயல்பாற்றல்	-	communal entropy
சராசரி சூரிய வழிநாள்	-	mean solar day
சராசரி சூரியன்	-	mean sun
சமவாய்ப்பு ஆய்வு	-	random experiment
சவ்வூடு பரவல்	-	osmosis
சவ்வூடுபரவு அழுத்தம்	-	osmotic pressure
சாந்து	-	plaster
சாய்சதுரம்	-	rhombus
சார்பற்ற காலம்	-	absolute time
சார்பற்ற வெளி	-	absolute space
சார்புக் கொள்கை	-	theory of relativity
சாற்றுக்குழாய்க் கற்றை	-	vascular bundle
சாறு	-	sap
சிதறல் மையம்	-	scattering centre
சிதைக்கும் உலைப்பகுதி	-	decomposing tower
சிரை அழுகல்	-	venous gangrene
சிரை ஊடுகதிர் வரைபடம்	-	venography

சிவப்பு அலை - red tide
சிவப்புக் கண்ணாடி - ruby glass
சிவப்பு நிறக் கணிகம் - erthrophore
சிற்றுறுதி அயனி - metastable ion
சிற்றுறுப்புகள் - organelles
சிறுநீரக அகணி - adrenal medulla
சிறுநீரகச் சுரப்பி - adrenal gland
சீறுநீரகப் புறச்சுரப்பி - adrenal cortex
சிறுமூச்சுக்குழாய் - bronchi
சிறுமூளை - cerebellum
சீக்கம் துளை - foramen caecum
சீழ் நிலை - purulent
சுடர்ப் பொறிக்கலன் - spark chamber
சுடரின்றி ஆவி வெடித்தல் - flameless vapour explosion
சுண்ணாம்புக்கல் - lime stone
சுண்ணாம்புக்குழம்பு - lime slurry
சுமைதூக்கி, தூக்கி - crane
சுருட்டு நாளம் - varicose vein
சுருள்வில் - spring
சுழல் - curl
சுழல் அளவி - gyroscope
சுழற்சி - rotation
சுழலும் வாளி - cyclotron
சுழி ஒலி - zero sound
சுற்றுவழி நரம்பு - abducent nerve
சூல்சுரப்பி - periportal ovary
சூழ்தொகுப்பு - ecosystem
சூழ்வளி - ecosphere
சூழல் வெப்பநிலை - environmental temperature
செங்குத்து ஆக்கக்கூறு - orthonogonal force component
செய்தித் தேக்கம் - memory storage
செயலிழப்பு - paraplegia
செயலூக்க ஒலிக்கருவி - active sonar

செயலூக்கமற்ற ஒலிக்கருவி	-	passive sonar
செல் தொண்டை	-	cytopharynx
செல் நீர்மம்	-	cytoplasm
செல் நோயியல் பண்பு	-	histopathological feature
செல்வெளி நீர்மம்	-	extracellular fluid
செவுள்	-	gill
செழித்தல்	-	blooming
சேய்ப்பை உறை	-	daughter cyst
சேர்மம்	-	compound
சேறு வழிதல்	-	mud flow
சொட்டுநீர்ப்பாசனம்	-	drip irrigation
தகவல் வங்கி	-	data bank
தகைவு	-	stress
தசை நடுக்கம்	-	myoclonus
தட்டைப்புழு	-	tape worm
தடித்த குரல் நாண்கள்	-	pachydermia larynges
தடுக்கிதழ்	-	valve
தடுப்பியல்	-	immunology
தடுப்புச் சுவர்	-	baffle wall
தடைச்சால்	-	check furrow
தண்டுவடத் துணை நரம்பு	-	spinal accessory nerve
தணிப்பான்	-	moderator
தந்துகி விளைவு	-	capillary action
தப்பியோடும் இயல்பு	-	escaping tendency
தமனி	-	artery
தயக்கக் கண்ணி	-	hysteresis loop
தலைக்காலி	-	cephalopoda
தலைக்குமிழ்	-	scolex
தலைகீழ்	-	reciprocal
தலைகீழ் வெப்பச் சரிவு	-	inverse thermal gradient
தலை மார்பு நரம்புச் செல்திரள்	-	cerebro pleural ganglion
தலைமுறை மாற்றம்	-	alternation of generation
தழை மட்குதல்	-	humification

தளம்	-	plane
தள வரைபடம்	-	planar map
தற்சுழற்சிக் கோண உந்தம்	-	spin angular momentum
தற்சுழற்சித் திசையன்	-	spin vector
தன் சுமை	-	self weight
தன் தடுப்பாற்று இயக்கம்	-	auto immune mechanism
தன்னியக்க நரம்பு மண்டலம்	-	autonomic nervous system
தனித்த கூறுவெளி	-	discrete sample space
தனித்த மூலக்கூறு ஓட்டம்	-	free molecular flow
தனித்தியங்கு உறுப்பு	-	free radical
தன்னெதிரிணக்க அமைப்பு	-	reflex mechanism
தனித்து இயங்கும் சம்மட்டி	-	single action hammer
தனி நீர்மட்டம்	-	perched water table
தனிமம்	-	element
தனுசு	-	sagittarus
தாங்குதிறன்	-	support
தாங்கு முனை	-	end bearing
தாவரங்கள்	-	flora
தாவர மிதவை உயிரி	-	phytoplankton
தாள் நிறச்சாரல் பிரிகை	-	paper chromatography
திசுவியல் முறை	-	histological method
திசையன்	-	vector
திசை காட்டி	-	compass
திசைவேகத் தெரிவி	-	velocity selector
திசைவேகம்	-	velocity
திரள் கனி	-	achene
திரள் மையம்	-	aggregate centre
திருகு ஊர்தி	-	helicopter
திருகு வடிவ நங்கூரம்	-	screw mooring anchor
திருத்தச் செயல்முறை	-	catalytic reforming
திருப்பியூட்டுப் பொறிமுறை	-	feed back mechanism
துடுப்புச் சதை	-	finlet
துலாம்	-	libra

தூவு பாசனம்	-	sprinkler irrigation
தூள் பூத்தல்	-	efforecsence
தெவிட்டல்	-	saturation
தென் முனை	-	south pole
தேர்ந்த கதிர்வீச்சு	-	selective radiation
தேர்வு உட்கவர் திறன்	-	selective absorption
தேன்கூடு அடுப்பு	-	beehive oven
தேனிரும்பு	-	soft iron
தொகை நுண்கணிதம்	-	integral calculus
தொடங்கு வெப்பநிலை	-	shrinkage temperature
தொடர் காய்ச்சல்	-	continous fever
தொடர் கூறுவெளி	-	continous sample space
தொடர்பம்	-	continum
தொடர்பு அறுத்த உணர்விழப்பு	-	dissociated anaesthesia
தொடர் மின்னிறக்கம்	-	cascade discharge
தொடு உணர்ச்சி உறுப்பு	-	tactile sense organ
தொடைச்சிரை	-	femoral vein
தொண்டை அடைப்பான்	-	diptheria
தொலை உணர்வி	-	remote sensor
தொலைக் கட்டுப்பாடு	-	remote control
தொலைச் சிவப்புக் கதிர்	-	far red ray
தொழில் வழி நச்சியல் ஆராய்ச்சி மையம்	-	industrial toxicology research centre
தோண்டப்படும் கிணறு	-	dug-well
தோல் அழற்சி	-	dermatitis
தோல் செவுள்கள்	-	dermal branchiae
தோல் பருத்தல்	-	swelling
தோலடித் திசு	-	subcutaneous tissue
தோற்றச் சூரிய வழிநாள்	-	apparent solar
தோற்ற நண்பகல்	-	apparent noon
தோற்றப்பாதை மறைப்பு	-	apparent path eclipic
நகச்சுற்று	-	paranochya
நகத்தோல்	-	hyponchium
நகமடிப்பு	-	nail fold

நகல் வரைவு	-	xerography
நகலாக்கல் முறை	-	duplication method
நங்கூரம்	-	anchor
நங்கூர வாங்கி	-	capstan
நச்சனையம்	-	toxoid
நச்சியம்	-	toxin
நச்சியல் துறை	-	toxicology
நச்சு நீர்	-	venom
நச்செதிரி	-	antitoxin
நட்சத்திர மீன்	-	star fish
நடவுப் பகுதி	-	planting space
நடு அடுக்கு	-	media
நடுக்கம்	-	tremor
நடுக்குடல்	-	mid gut
நடு நரம்பு	-	median nerve
நடுவரைக் குத்து வட்டம்	-	declination circle
நடுவரை விலக்கம்	-	declination
நடைக் குச்சி	-	walking stick
நண்டு ஒண்முகிற்படலம்	-	crab nebula
நரம்பின் மறுமலர்ச்சி	-	regeneration of nerve
நரம்பு இயங்கியல்	-	neurophysiology
நரம்புத் தசை இணைப்புத்தடைப் பொருள்	-	neuromuscular blocking agent
நரம்புத் தற்காலிகச் செயலிழப்பு	-	neuroparaxia
நரம்புத் துணை விரிவு	-	orbital foramen widening
நரம்பு நாளமில்லாச் சுரப்பு மண்டலம்	-	neuro endocrine system
நரம்பு வெளிர்தல் நோய்	-	vein clearing disease
நல்லுருகு கலவை	-	eutectic mixture
நழுவல் இணை	-	sliding pair
நழுவு வணரி	-	slider crank
நள்ளிரவுச் சூரியன்	-	midnight sun
நளி (விண்மீன்குழு)	-	scorpion
நன்னீர் உயிரி	-	fresh water organism
நன்னீர்ச் சூழ்தொகுப்பு	-	fresh water ecosystem

நாட்டு மருத்துவம்	-	folk medicine
நாண்	-	chord
நாணயச் சாலைக் கருவி	-	mint equipment
நாத்தொண்டை நரம்பு	-	glassopharyngeal nerve
நார்த் தாவரம்	-	fibre plant
நார்மாற்றம்	-	fibrosis
நாவடி நரம்பு	-	hypoglossal nerve
நாளக்காயம்	-	venous injury
நாளம்	-	duct
நாளப்புண்	-	varicose ulcer
நாளச் சுரப்பி	-	exocrine gland
நாளமில்லாச் சரப்பி	-	endocrine gland
நாற்கரச் சரிவகம்	-	trapezium
நான்காம் பரிமாணம்	-	fourth dimension
நான்முகத்தகம்	-	tetrahedron
நிகழ்தகவு மாதிரி	-	probability model
நிணநீர்க்குழாய்	-	lymphatic channel
நிணநீர் மண்டலம்	-	lymphatic system
நிணநீரியல்	-	serology
நிபந்தனை நிகழ்தகவு	-	conditional probability
நியம உறிஞ்சு குணகம்	-	specific absorption coefficient
நியூட்டன் அயல் நிலை	-	non-newtonian state
நியூட்டன் அயல் பாய்மம்	-	non-newtonian fluid
நியூட்ரான் ஒளியியல்	-	neutron optics
நியூட்ரான் கவர்ச்சியின் முகப்பரப்பு	-	neutron capture cross-section
நியூட்ரான் நிறமாலையளவியல்	-	neutron spectrometry
நியூட்ரான் நிறமாலையியல்	-	neutron spectroscopy
நிரல் செறிவு	-	line intensity
நிரலொழுங்கு	-	sequence
நில அசைவு ஏற்படுத்தும் நில நடுக்கம்	-	tectonic earthquake
நிலக்கரியாக்கம்	-	coalification
நிலக் குகை	-	underground cave
நிலக்கூறுகளின் எதிர்பலிப்பு	-	replica of topography

நிலச்சமன் பொறி	-	bulldozer
நிலச்சரிவு	-	land slide
நிலத்தடி நீர்	-	underground water
நிலத்தூண்	-	pile
நிலத்தூண் அடிமானம்	-	pile foundation
நிலத்தூண் தொகுதி	-	pile group
நில நடுக்கம்	-	earthquake
நில நடுக்க மையம்	-	epicentre
நில நடுக்க வரைவு	-	seismograph
நில நடுக்கவியல்	-	seismology
நில நோக்கமைப்பு	-	landscape architecture
நிலப்பட மீள் உருவாக்கம்	-	map-reproducer
நிலப்பட வரைவியலார்	-	cartographer or mapmaker
நில மதிப்பீடு	-	land evaluation
நில வரைபடம்	-	topographical map
நில வடிவியல்	-	geomorphology
நிலவியல் படம்	-	geographical atlas
நிலாப்பூ	-	moon flower
நிலைத்த நிலை	-	stationary state
நிலைத்திறன் கூட்டல்	-	stability augumentation
நிலைநிறுத்தல்	-	fixation
நிலை நிறை	-	rest mass
நிலைப்படுத்தல்	-	stabilization
நிலைப்படுத்தும் தடையம்	-	ballast resistor
நிலைமப் பயண அமைப்பி	-	inertial navigator
நிலைமம்	-	inertia
நிலைம வழிக்காட்டமைப்பு	-	inertial guidance
நிலைமாறு வெப்பநிலை	-	transition temperature
நிலை மின்சாரம்	-	static electricity
நிலைமின் வகை	-	electrostatic
நிலைமின் வீழ் படிவு	-	electrostatic precipitator
நிலை மின்னூட்டம்	-	electrostatic charge
நிலைமை, கட்டம், படிநிலை	-	phase

நிலைமைத் திருப்புத்திறன்	-	moment of inertia
நிலைம நோக்கீட்டு அமைப்பு	-	inertial reference system
நிலைமை விதி	-	phase rule
நிலையழுத்தப் பாய்வு	-	potential flow
நிலையற்ற அமைப்பு	-	versatile
நிலையாக எரியும் விளக்கு	-	fixed light
நிலையாற்றல்	-	potential energy
நிழல் தாவரம்	-	sciophyte
நிற்பு அலை	-	standing wave
நிற அளவி	-	colourimeter
நிற அளவியல்	-	colourimetry
நிற ஒப்பீட்டுக் கருவி	-	colour comparator
நிறக்கணிகம்	-	chromoplast
நிறச்செல்	-	melanocyte
நிறப்பிரிகை	-	dispersion
நிறப்பிழை	-	colour defect
நிறம் தாங்கி	-	chromophore
நிறம் நிறுத்தி	-	mordant
நிறமாலை	-	spectrum
நிறமாலை ஒளி அளவி	-	spectrophotometer
நிறமாலை ஒளி அளவியல்	-	spectrophotometry
நிறமாலை கதிர் அளவி	-	spectro radiometer
நிற மாற்றியம்	-	chromatic metamerism
நிறமித் தகவமைவு	-	chromatic adaptation
நிறமியப் பதனிடல்	-	chrome tanning
நிற மையம்	-	colour centre
நிற வடிப்பான்	-	colour filter
நிற வெப்பம்	-	colour temperature
நிறுத்தச் சுவர்	-	retaining wall
நிறை அழியா விதி	-	law of conservation of mass
நிறை அழியாமை	-	conservation of mass
நிறை எண்	-	mass number
நிறை குறைபாடு	-	mass defect

நிறை நிறமாலை	-	mass spectrum
நிறை நிறமாலை அளவி	-	mass spectrometer
நிறை நிறமாலையியல்	-	mass spectrography
நீட்சி நெகிழி	-	elastomer
நீடித்த ஈரல் அழற்சி	-	hepatic necro inflammation
நீடித்த நாட்பட்ட ஈரல் அழல்	-	chronic persistant hepatitis
நீடித்த நுண்வளை ஈரல் அழல்	-	chronic lobular hepatitis
நீண்ட மின் தொடர்	-	transmission line
நீர் இறக்கம்	-	low tide
நீர் ஏற்றம்	-	high tide
நீர்க்கசிவு	-	seepage
நீர்க்குழாய்க் கொதிகலன்	-	water tube boiler
நீர்க்கூட்டு வெடி மருந்து	-	water gel explosive
நீர்க்கோப்பு	-	common cold
நீர்ச் சுழற்சி மண்டலம்	-	water vascular system
நீர்த்தல்	-	deliquescence
நீர்த்தல் முறை	-	dilution method
நீர்த்தேக்கப் பாசனம்	-	storage irrigation
நீர்த்தேக்கம்	-	reservoir
நீர்த்தேக்கி	-	water chamber
நீர்புகு தன்மை	-	permeability
நீர்மத் துளி மாதிரி	-	liquid drop model
நீர்ம நிலையியல்	-	hydro statics
நீர் மிதவைத் தாவரம்	-	hydrophyte
நீர்மூழ்கிக்கப்பல்	-	sub-marine
நீர்மூழ்கு உடை	-	diving suit
நீரகற்றி மருந்து	-	diuretic
நீர் வழித்தடத்திறன்	-	transmission efficiency
நீராவிக் கொதிகலன்	-	steam boiler
நீராவிச் சுழலி	-	turbine
நீராவிப் போக்கு	-	transpiration
நீராவி வாலை வடி முறை	-	steam distillation
நீரியல்	-	hydrology

நீரிலைக்கலம்	-	hydrofoil craft
நீரேற்றம்	-	hydration
நீள்கோது	-	long pod
நீளிழை	-	flagellum
நுகர் கதுப்பு	-	olfactory lobe
நுண் சிறுநீரகம்	-	protonephridia
நுண்ணலை	-	microwave
நுண்ணோக்கி	-	microscope
நுண்துளையுடைமை	-	porosity
நுண்புழைத்தாரை	-	capillary fringe
நுண் வலையகத் தோல் செல்	-	reticular endothelial cell
நுரையீரல் பை	-	pulmonary sac
நெகிழி	-	plastic
நெசவு நார்	-	textile fibre
நெட்டாங்கு	-	longitude
நெற்றிப்பொட்டு	-	temporal
நேர் கோட்டிலமையாத் தொடர்பு	-	non-linear relation
நேர்கோட்டுத் தொடர்பு	-	linear-relation
நேர் திருப்பியூட்டு	-	positive feedback
நேர் மின்னூட்டம்	-	positive charge
நேரக் கணக்கீட்டு முறை	-	time offlight method
நேரக் கோணம்	-	hour angle
நேரடி மோதல்	-	direct collision
நேரடி வாலை வடித்தல்	-	straight run distilation
நேரயனி	-	cation
நோய்க் கூறாய்வு	-	autopsy
நோய்த் தொற்றுதல்	-	infection
நோயியம்	-	syndrome
நோய்க்குறியியல்	-	pathology
பக்க உராய்வு	-	side friction
பகுதிக் குறுக்குப் பரப்பு	-	partial cross-section
பங்கீட்டு நிறப் பகுப்பு	-	partition chromatograph
பசுங்கணிகம்	-	chloroplast

பசுந்தண்டு	-	green stalk
பசைக்கூழ்	-	mesoglea
பட்டை நார்	-	bast fibre
படிக அணிக்கோவை	-	crystal lattice
படிகச் சம ஆற்றல் மாலை அளவி	-	crystal mono chromator
படிமலர்ச்சி மாற்றம்	-	evolutionary change
படிக வடிப்பான்	-	crystal monochromator
படிவ மாற்று	-	transcription
பண்ட சாலை	-	ware house
பதித்தல்	-	impression
பயன் பகுதி	-	utility area
பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பு	-	adsorption chromatography
பரவல் முறை	-	diffusion mechanism
பரவளையம்	-	parabola
பருத்துப் பெருகும் வீதம்	-	swelling index
பருப்பொருள்களின் கடத்தல்	-	basic transplantation
பருப்பொருளின் அசைவு	-	mass movement
பருவ ஏற்ற இறக்கம்	-	spring tide
பல்துளைத் தடுப்பு	-	multiperforate septum
பல்படிகத் தோற்றம்	-	polymorphism
பல் தமனி அழற்சி	-	polyarteritis
பல்லுறுப்பி	-	polymer
பழுப்பு நிலக்கரி	-	lignite
பளபளப்புப் பருத்தி	-	mercerized cotton
பன்மைத் தாள் நிறப்பகுப்பு	-	multiple paper chromatography
பாகியல் மீட்சிப் பாய்மம்	-	visco-elastic fluid
பாகுதன்மை, பாகுமை	-	viscocity
பாதரச அளவி	-	mercury barometer
பாம்புப் படம்	-	hood
பாய் அடிமானம்	-	mat foundation
பாய்ம எந்திரவியல்	-	fluid mechanics
பாய்மப் படுகை	-	fluidised bed
பாய்மநிலை	-	fluidity

பார்வை நரம்புக் குறுக்கமைவு	-	optic chiasma
பால்மப் பொருள்	-	emulsifier
பால் வீதி	-	milky way
பாலாடைக் கூழ்ம நசிவு	-	caseous necrosis
பாலுறுப்புச் சுரப்பியைத் தூண்டும்	-	gonadotropic
பாறைக்குழம்பு	-	magmatic water
பாறைச்சுவர்	-	rock wall
பாறைப் பனியாறு	-	rock glacier
பாறைவீழ்ச்சி, சரிந்து குவிதல்	-	slamp
பிடி தண்டு	-	mandrel
பிணைப்பாற்றல்	-	binding energy
பிணைவுறு எலெக்ட்ரான்	-	valence electron
பித்தக்குழாய்	-	bile duct
பிரித்தெடுத்தல்	-	extract
பிரிகைச் சமன்பாடு	-	dispersion relation
பிரிப்பி	-	separator
பிளவு ஊற்று	-	fault spring
பிளவு நியூட்ரான்	-	fission neutron
பிறப்பிடம்	-	origin
பின்னோக்கிக் கழுவுதல்	-	back washing
பீசோ அளவி	-	piezo meter
புகைக் கண்ணாடிச் செல்சோறு	-	ground glass cytoplasm
புகைக்கீல்	-	asphalt
புகைபோக்கி	-	chimney
புடக்குகைப் பருத்தல் எண்	-	crucible swelling number
புரி அல்லது சுருள்	-	whorl
புரைவு	-	suture
புலவலிமை	-	field strength
புலன் மருத்துவ நோயியல் வரையறை	-	clinical pathologic definition
புலன் மருத்துவம்	-	clinical test
புவி அமைப்பியல்	-	geomorphology
புள்ளிக் கறைச் சேர்க்கை	-	dot blot hybridisation
புள்ளியியல் தீர்வு முறை	-	statistical decision procedure

புற எல்லைக் குழாய்ச் சுருக்கம்	-	peripheral anterior constriction
புறக்கருவுறுதல்	-	external fertilization
புறச்சிரைகளில் ஏற்படும் குருதி உறை படிமம்	-	planospirally coiled
புறச்சுற்றுப் புறணி	-	cortex
புறத்தோல்	-	epidermis
புற நரம்பு மண்டலம்	-	peripheral nervous system
புறப்பரப்பு விசை	-	surface tension
புறப்பிதுக்கப்பை	-	exogeneous cyst
புறவேற்றுமை	-	enantiotropic
புனை-நெகிழி	-	pseudo plastic
பூவிதழ்	-	perianth
பெய்குடுவை	-	hopper
பெரும்பிளகம்	-	sphenomegaly
பெருமூலக்கூறு	-	macromolecule
பெருமூளைக் குருதிக் குழாய் விபத்து	-	cerebrovascular accident
பெருமூளை நரம்பு மண்டலம்	-	cerebrospinal system
பெருமூளைப்புறணி	-	cerebral cortex
பேரீரல்	-	hepatomegaly
பை உறை	-	daugher cyst
பொதியுறு குழாய்ப் பரிமாற்றி	-	shell and tube heat exchanger
பொய்த் தோற்றத் துகள்	-	quasi particle
பொய் உடற்குழி	-	pseudo coelom
பொய்ப்பிதுக்கம்	-	hernia
பொறி இடைவெளி	-	spark gap
போர்வைக்குழி	-	mantle cavity
மகரந்தச்சேர்க்கை	-	pollination
மகோதரம்	-	ascitis
மசிப்பை	-	ink sac
மஞ்சள் நரம்புத் தேமல் நோய்	-	yellow vein mosaic
மஞ்சள் நிறக்கணிகம்	-	canthophore
மஞ்சள் பார்வை	-	deuteranopia
மட்கிய தழை	-	humus
மட்டத் தண்டு	-	rhizome

மடிப்பு	-	fold
மண் அரிமானம்	-	soil erosion
மண் நயம்	-	soil texture
மண் படிவம்	-	soil layer
மணல் துகள் நியூக்ளியஸ்கள்	-	sanded nuclei
மணற்பாறை	-	sand stone
மதகு குழாய்	-	penstock
மந்த வளிமம்	-	inert gas
மயக்கம்	-	coma
மரத்திருகு	-	wood screw
மரபணு	-	gene
மரபுவழிக் குறியீடு	-	genetic code
மருந்தியல்	-	pharmacology
மருந்து ஊற்று	-	medical spring
மருந்து அடிமை	-	drug abuse
மருள் நார்	-	bow string
மலையடி உகல் ஊற்று	-	talus spring
மறுகார்பனேற்றம்	-	recarbonation
மறுசெறிப்பு	-	regeneration
மறைக்கும் பொருள்	-	masking agent
மறைபுற நோக்கிக் கருவி	-	periscope
மன அமைதியை உண்டாக்கும் மருந்து	-	tranquilizer
மாற்ற நிகழ்தகவு	-	transition probability
மாற்றியம்	-	isomer
மாறு இணைவு	-	anisogamy
மாறுதான உட்கவர் வரம்பு	-	critical absorption limit
மாறுபட்ட இழுவிசை	-	opposing force
மாறா விகித விதி	-	law of definitive proportion
மாறுநிலை அடுக்குக்குறி	-	exponent
மாறுநிலை அமுக்கம்	-	critical compression
மாறு வரிசை	-	staggered row
மிகு பாய்வு	-	super fluidity
மிதப்பாற்றல்	-	buoyance

மித வறட்சிப் பயிர் வளர்ப்பு	-	semi dryland farming
மிமியோ வரைபட முறை	-	mimeography
மின் அளவி	-	electrometer
மின்கடத்து அளவி	-	conductometer
மின் கணிப்பொறி	-	electronic computer
மின் காந்த நிறமாலை	-	electro magnetic spectrum
மின்தடை அயனி	-	resistivity meter
மின்மாற்றி	-	transformer
மின்வழி ஒளிர்தல்	-	electro luminescence
மின்னணுக்கருவி நாவாயியல்	-	electronic navigation
மினனழுத்த அளவி	-	potentiometer
மின்னாக்கி, மின்னியற்றி	-	dynamo
மின்னிறக்கக் குழாய்	-	discharge tube
மின்னும் நிலக்கரி	-	bright coal
மின்னோடி	-	motor
மீகடத்துந்திறன்	-	super conductivity
மீட்சி எல்லை	-	elastic limit
மீட்சித் திண்மம்	-	elastic solid
மீட்சியுறா நியூட்ரான் சிதறல்	-	inelastic neutron scattering
மீநுண் வரிகள்	-	hyperfine structure
மீ விரைவு ஒளி ஒமிழும் விளக்கு	-	very quick flash
மீள் திறனியல்	-	elasticity
மீன் வழிநாள்	-	sidereal day
மீளாத்தன்மை	-	plasticity
முக்கூட்டு முனை	-	triple point
முக நரம்பு	-	facial nerve
முகப்பு	-	panel
முக வாதம்	-	facial paralysis
முட்தோலிகள்	-	echinodermata
முடிவு நிலை	-	end point
முதன்மைச் சுருணை	-	primary winding
முதுகுத்துடுப்பு	-	dorsal fin
முப்பரிமாணச் சீரிசை அலை	-	three dimension hormonic oscillator

மும்மிதுன நரம்பு	-	trigeminal nerve
மும்மரபுக் குறியீடு	-	triplet genetic code
முரணிய சீமன் விளைவு	-	anamolous Zeeman effect
முழுத் தொகுதி	-	complete set
முழு நாற்கரம்	-	complete quadrilateral
முளைசூழ்தசை	-	endosperm
முறித்தல் வினை	-	titration
முறிபுள்ளி	-	break point
முறிபுள்ளிக் குளோரினேற்றம்	-	break point chlorination
முன்குடல்	-	fore gut
முன்கூற்று, முன் செலுத்தி	-	prediction, propeller
முன்மார்புச் சுரப்பி	-	prothoraxic gland
முன் முற்றம்	-	front yard
முன்வார்ப்பு	-	pre cast
முன்னான நினைவிழப்பு	-	retrograde amnesia
முனைவாக்கம்	-	polarisation
மூலக்கூற்றுக் காந்தப்புலம்	-	molecular magnetic field
மூலக்கூறுகளின் ஊடுருவல்	-	molecular diffusion
மூழ்கு குழி	-	sink hole
மூளை இறுக்கம் அல்லது பிதுக்கம்	-	coning
மூளை ஊமைக் காயம்	-	contusion
மூளைக் கட்டி	-	brain abcess
மூளைக் காயம்	-	traumatic injury
மூளைக் குருதிக் குறைபாடு	-	cerebro vascular insufficiency
மூளை கிழிந்த காயம்	-	cerebral laceration
மூளை நோய்	-	encephalopathy
மூளை அழல்	-	encephalitis
மூளைப்புற்று	-	brain cancer
மூளையின் இயக்க மண்டலம்	-	recticular activating system
மூளையின் கீழ்ப் பகுதி	-	medulla oblongata
மெய்ப்படி முறை	-	sprit duplicating
மெய்ப்பாய்மம்	-	real fluid
மெல்லுடலிகள்	-	mollusca

மெல்லொளி	-	twilight
மென்படல நிறப்பகுப்பு	-	thin layer chromatography
மென்மைக் காந்தப் பொருள்	-	soft magnetic material
மென்மையாக்கி	-	softener
மென் வலையச் சவ்வு	-	arahnoid membrane
மேல் தோல் செல்	-	epithelium cell
மேல் வளைவு	-	anticline
மேல் வேர்	-	dorsal root
மேலிறுதி நிலை	-	top dead centre
மேற்குமுக நேரக் கோணம்	-	western hour angle
மேற்பெருமூளை	-	dentocerebrum
மையக்குத்துக்கோடு	-	perpendicular bisector
மையக்குமிழ்	-	boss
மைய நரம்பு மண்டலம்	-	central nervous system
மொட்டு	-	papillae, bud
மோப்பக்குமிழ்	-	olfactory bulb
யூரிய குருதி	-	uremia
யானைக்கால் நோய்	-	elephantiasis
வகைக்கெழு வெப்பப் பகுப்பாய்வு	-	differential thermal analysis
வகை நுண் கணிதம்	-	differential calculus
வகையீட்டுக் குறுக்குப் பரப்பு	-	differential cross-section
வட்ட நாற்கரம்	-	cyclic quadrilateral
வட்டப்பாதை எலெக்ட்ரான் உட்கவர்ச்சி	-	orbital electron capture
வட்ட வரை	-	circumference
வடிகட்டும் படுகை	-	filter bed
வடிநீர்ச் செல்	-	lymphocyte
வடிவமைப்பியல்	-	morphology
வடிவவியல் அமைப்பு	-	morphologic feature
வயிற்றுத் துடுப்பு	-	ventral fin
வரம்புடை அமைப்பு	-	closed system
வரிப்பள்ளம்	-	groove
வரியமைப்பு	-	fringes
வரைபடக்கருவி	-	barograph

வலசை போதல்	-	migration
வலிப்பு	-	epilepsy
வலிவூட்டிய கற்காரை	-	reinforced concrete
வழிமுகம்	-	spill way
வளர்மாற்ற	-	anabolic
வளி இலைநீராவி	-	evapotranspiration
வளிமக் கோட்பாடு	-	principles of gas
வளிம நீர்ம நிறப்பகுப்பு	-	gas liquid chromatography
வளிமப் பருமன்	-	gas volume
வளை நகம்	-	claw
வளை வரை	-	curve
வன்காந்தப்புலம்	-	strong magnetic field
வாதக் காய்ச்சல்	-	rheumatic fever
வாயில் தடம்	-	portal tract
வாயிற்படித் திருத்தம்	-	threshold conditioning
வார்க்கப்படும் வகை	-	cast in place
வார்ப்பு முற்றம்	-	casting yard
வாலில்லாக் குரங்கு	-	ape
வான் ஒளிப்படமுறை	-	aerial photography
வான் பயிர்	-	rainfed cropping
வான்வழிப்படம்	-	aerial photograph
வானவியல் நாவாயியல்	-	astronomical navigation
விகிதம்	-	proportion
விசைமுடுக்கம்	-	triggering
விட்டு விட்டு ஒளி சிந்தும் விளக்கு	-	alternating light
விடுவிப்புப்பொருள்	-	releasing factor
விண் இழிநீர்	-	metoric water
விண்மீன் முடிச்சு	-	globular cluster
விண்வெளி ஓடம்	-	space shuttle
விதை	-	testis
விதையுறை	-	seed coat
விரல் போன்ற நீட்சி	-	rhinophore
விரவல் திறன்	-	diffusivity

விரியுந்தன்மை	-	dilatant
விரைந்து ஒளி உமிழும் விளக்கு	-	quick flash
விரைவு உற்பத்தி அணு உலை	-	fast breeder reactor
விரைவு விசை	-	strong force
வில்	-	arc
விழித்திரை	-	retina
விழிவெண்படலம்	-	cornea
விறைப்புக் குணகம்	-	rigidity modulus
வினைப்படு பொருண்மை	-	active mass
வெட்டுக் கருவி	-	cutting tool
வெடிகனி	-	follicle
வெண்சுடர் நிலை	-	incandescence
வெப்ப ஆற்றல் அணு உலை	-	thermal reactor
வெப்பச் சரிவு	-	heat gradient
வெப்பச் சிதைவு	-	pyrolysis
வெப்பச் செறிவு	-	thermal intensity
வெப்பந்தாக்கும் உலோகம்	-	refractory metal
வெப்ப நாட்டப் படிகம்	-	thermotropic crystal
வெப்ப நியூட்ரான்	-	thermal neutron
வெப்பநிலை	-	temperature
வெப்பப் பரிமாற்றி	-	heat exchanger
வெப்பப்பாய்வு சுழற்சி	-	geothermal flow
வெப்பம் கடத்துந்திறன்	-	thermal conductivity
வெப்பமூட்டல்	-	diathermy
வெப்ப வழி நின்றொளிர்தல்	-	thermoluminiscence
வெப்ப வளிமம்	-	flue gas
வெள்ளீய நோய்	-	tin pest
வெள்ளை நிறக்கணிகம்	-	leucophore
வெளிக்காலத் தொடர்ச்சி	-	space time
வெளிச்சாய் தசை	-	external obligue muscle
வெளித்தள்ளுதல்	-	priming
வெளிப்புறத் திருத்தம்	-	external conditioning
வெளி வேர்	-	aerial root

வெற்றிடக்குழல் அல்லது திரிதடையம்	-	transistor
வெற்றுக்கல்	-	dry stone
வேதி நுண்ணுர்வு உணர் நீட்சி	-	chemo sensory tentacle
வேதி மாற்ற முறை	-	chemical conversion method
வேதியியல் கட்டமைப்பு	-	chemical crystallography
வேதி வழி அயனியாக்கல்	-	chemical ionisation
வேதி அழுத்தம்	-	chemical potential
வேர்த்தண்டு, தரைக்கீழ்த்தண்டு	-	root stock
வேர்ப்பை	-	root pocket
வேற்றுப் புரதம்	-	foreign protein
வேறுபட்ட வீழ்படிவாக்கல்	-	differential precipitation
வேறுபாட்டுச் சம்மட்டி	-	differential hammer

கலைச்சொற்கள்

(ஆங்கிலம் - தமிழ்)

abducent nerve	-	சுற்றுவழி நரம்பு
absolute space	-	சார்பற்ற வெளி
absolute time	-	சார்பற்ற காலம்
absorbancy	-	உட்கவர்திறன் உறிஞ்சுகை
absorbancy index	-	உட்கவர்திறன் குறியீடு
absorption	-	உறிஞ்சல்
absorption coefficient	-	உட்கவர்வு குணகம்
absorptivity	-	உறிஞ்சும் தன்மை
achene	-	திரள் கனி
acoustic impedence	-	ஒலி எதிர்ப்பு
active immunication	-	துடிப்பு ஏமளிப்பு
active mass	-	வினைப்படு பொருண்மை
active sonar	-	செயலூக்க ஒலிக்கருவி
adrenal cortex	-	சிறுநீரகப் புறச்சுரப்பி, சிறுநீரகப் புறணி
adrenal medulla	-	சிறுநீரக அகணி
adrenocorticotropic	-	சிறுநீரகப் புறணிச் சுரப்பியைத் தூண்டும்
adsorption chromotography	-	பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பு
adventitis	-	வெளி அடுக்கு
aerial photography	-	வான் ஒளிப்படமுறை
aerial root	-	வெளிவேர்
aggregate centre	-	திரள் மையம்
airenchyma	-	காற்றுத்திசு
air float	-	காற்று மிதவை
alimentary canal	-	உணவுப்பாதை
aliphatic	-	கொழுப்புத் தன்மையுள்ள
allophore	-	ஆழ்மஞ்சள்நிறக்கணிகம்
alternating light	-	விட்டு விட்டு ஒளி சிந்தும் விளக்கு
alternation of generation	-	தலைமுறை மாற்றம்
alveole	-	காற்றுப்பை
amphibious	-	இருநிலை வாழ்வி
anamolous Zeeman effect	-	முரணிய சீமன் விளைவு

anchor - நங்கூரம்
anion - எதிரயனி
anisogamy - மாறு இணைவு
antares - கேட்டை
antaugophore - ஒளிவிலகு நிறக்கணிகம்
antichlor - குளோரின் நீக்கி
anticline - மேல் வளைவு
antinuclear antibody - எதிர் நியூக்ளிய எதிர்ப்பொருள்
anti smooth muscle antibody - எதிர் முருடில்லாத் தசை எதிர்ப்பொருள்
antitoxin - நச்செதிரி
antemeridian - முற்பகல்
antioxidant - ஆக்சிஜனேற்றத் தடுப்பி
apes - வாலில்லா குரங்கு
apparent noon - தோற்ற நண்பகல்
apparent path - தோற்றப்பாதை
apparent solar day - தோற்றச் சூரிய வழிநாள்
approach grafting - அணுகு ஒட்டுதல்
aquifuge - நீர்புகாப்படுகை
arahnoid membrane - மென்வலையச் சவ்வு
arc - வில்
archenteron - வயிற்றுக்குழி
arteries - தமனிகள்
ascites - மகோதரம்
asexual reproduction - பாலிலா இனப்பெருக்கம்
asphalt - புகைக்கீல்
asthma - ஈளை
astigmatism - ஒருதளக்குறை
astronomical navigation - வானவியல், நாவாயியல்
asymmetric carbon atom - சமச்சீர்மையற்ற கார்பன் அணு
asymmetrical fold - சமசீரற்ற மடிப்பு அல்லது ஒத்தமையா மடிப்பு
atrophy - கண் நரம்பு அழிவு
autoimmune mechanism - தன் தடுப்பாற்று இயக்கம்
autonomic nervous system - தன்னியக்க நரம்பு மண்டலம்
autopsy - நோய்க்கூறாய்வு
axle - இருசு

axilla	-	அக்குள்
back washing	-	பின்னோக்கிக் கழுவுதல்
backyard	-	கொல்லைப்புறம்
baffle wall	-	தடுப்புச் சுவர்
balance	-	சமச்சீர் நிலை
balancing method	-	சமம் செய்முறை
balancing root	-	சமநிலை வேர்
ballast resistor	-	நிலைப்படுத்தும் தடையம்
basin	-	மடு அல்லது வடிநிலம்
bast fibre	-	பட்டை நார்
beehive oven	-	தேன்கூடு அடுப்பு
bent tube	-	வளைந்த குழாய்
berry	-	சதைக்கனி
biaxial	-	ஈரச்சு
bilateral symmetry	-	இருசமச்சீர்
bile duct	-	பித்தக்குழாய்
binding energy	-	பிணைப்பாற்றல்
binomial theorem	-	ஈருறுப்புத் தேற்றம்
bioluminiscence	-	உயிரொளி
bivalves	-	இருசிப்பியுடை
blood sinuses	-	குருதிக்குழிகள்
blooming	-	செழித்தல்
body whorl	-	உட்சுருள்
boiler compound	-	கொதிகலன் சேர்மம்
boiling	-	கொதித்தல்
boiling point	-	கொதிநிலைப் புள்ளி
bombardment mechanism	-	மோதல் முறை
bottom dead centre	-	கீழிறுதி நிலை
bowel	-	கிண்ணி
bow string hemp	-	மருள் நார்
brachialplexus	-	நரம்புத் தொகுப்பு
brain abcess	-	மூளைக் கட்டி
break point	-	முறி புள்ளி
break point chlorination	-	முறி புள்ளிக் குளோரினேற்றம்
breeding season	-	இனவிழைச்சுக் காலம்

bright coal	-	மின்னும் நிலக்கரி
bronchi	-	சிறுமூச்சுக் குழாய்
brush	-	தூரிகை
bubble chamber	-	குமிழ்க்கலன்
bud	-	மொட்டு
bulldozer	-	நிலச்சமன்பொறி
buoyance	-	மிதப்பாற்றல்
byproduct	-	முதன்மை விளைபொருள்
cannal coal	-	சுடர் மிகு நிலக்கரி
canonic	-	தண்டு வடிவம்
canthophore	-	மஞ்சள் நிறக்கணிகம்
capillary action	-	தந்துகி வளைவு
capillary fringe	-	நுண்புழைத்தாரை
capsule	-	வெடி கனி
carrier gas	-	ஊடக வளிமம்
cartilage bone	-	குருத்தெலும்பு
cartographer or mapmaker	-	நிலப்பட வரைவியலார்
capstan	-	நங்கூர வாங்கி
cascade discharge	-	தொடர் மின்னிறக்கம்
caseous necrosis	-	பாலாடைக் கூழ்ம நசிவு
casting yard	-	வார்ப்பு முற்றம்
cast-in-place	-	வார்க்கப்படும் வகை
catalytic reforming	-	திருத்தச் செயல்முறை
cation	-	நேரயனி
cell division	-	உயிரணுப்பிரிதல்
central nervous system	-	மைய நரம்பு மண்டலம்
cephalopoda	-	தலைக்காலி
cerebellum	-	சிறுமூளை
cerebral anoxia	-	ஆக்சிஜன் குறைவேற்படுதல்
cerebral cortex	-	பெருமூளைப் புறணி
cerebral laceration	-	மூளைகிழிந்த காயம்
cerebro pleural ganglion	-	தலைமார்பு நரம்புச்செல் திரள்
cre brospinal system	-	பெருமூளை நரம்பு மண்டலம்
cerebrovascular accident	-	பெருமூளைக் குருதிக் குழாய் விபத்து
cerebro vascular insufficiency	-	மூளைக் குருதிக் குறைபாடு

chemosensory tentacle	-	வேதி நுண்ணுணர்வு உணர் நீட்சி
chloroplast	-	பசுங்கணிகம்
circumference	-	வட்டவரை
check furrow	-	தடைச் சால்
chelate	-	கொடுக்கிணைப்பு
chemical conversion method	-	வேதி மாற்ற முறை
chemical crystallography	-	வேதியியல் கட்டமைப்பு
chemical ionisation	-	வேதிவழி அயனியாக்கல்
chemical potential	-	வேதியமுத்தம்
chimney	-	புகை போக்கி
chromatic metamerism	-	நிறமித் தகவமைவு
chrometanning	-	நிற மாற்றியம், நிறமியப் பதனிடல்
chromophore	-	நிறம் தாங்கி
chromplast	-	நிறக்கணிகம்
chromotosome	-	கூட்டு நிறக்கணிகம்
chrome lobular hepatitis	-	நாட்பட்ட நுண்வளை ஈரல் அழல்
chromo pericardial effusion	-	இதய உறை நீர்க் கோர்த்தல்
claw	-	வளை நகம்
clinical test	-	புலன் மருத்துவம்
clinico pathalogic definition	-	புலன் மருத்துவ நோய்க்குறியியல் வரையறை
closed system	-	வரம்பு அமைப்பு
coalification series	-	செறிவேற்ற வரிசை
coastal navigation	-	கடற்கரை நாவாயியல்
colloid	-	கூழ்மம்
colloidal particle	-	கூழ்மத் துகள்
colour centre	-	நிறமையம்
colour comparator	-	நிற ஒப்பீட்டுக் கருவி
colour defect	-	நிறப் பிழை
colour filter	-	நிற வடிப்பான்
convection current	-	வெப்பச் சுழற்சி
convergent evolution	-	குவிப் படிமலர்ச்சி
conveyor	-	கடத்தும் பட்டை
coolant	-	குளிர்விப்பான்
cooling curve	-	குளிர்வு வரை
coordinate	-	ஆயத் தொலைவு

corresponding status	-	ஒப்புமை நிலை
core	-	உருளைக்கல்
cornea	-	விழிவெண்படலம்
corrosion cell	-	அரிமான மின்கலம்
cortex	-	புறணி
counter telescope	-	எண்ணித் தொலைநோக்கி
crab nebula	-	நண்டு ஒண்முகிற்படலம்
cracking	-	பிளத்தல்
crane	-	சுமைதூக்கி, தூக்கி
creep	-	ஊர்தல்
critical absorption limit	-	மாறுதான உட்கவர் வரம்பு
critical compression ratio	-	மாறுநிலை அமுக்க விழுக்காடு
cross sectional view	-	குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்
crucible swelling number	-	புடக்குகைப் பருத்தல் எண்
crustaceae	-	கடின ஒட்டுக் கணுக்காலி
crystal-lattice	-	படிக அணிக்கோவை
crystal monochromator	-	படிகச் சம ஆற்றல் மாலையளவி
curl	-	சுழல்
curve	-	வளைவரை
cuticle	-	உறைப்படலம் ; புறப்படலம்
cyanosis	-	நீலம் பூத்தல்
cycle of magnetisation	-	காந்தச் சுழற்சி
cycle quadrilateral	-	வட்ட நாற்கரம்
cyclop	-	ஒற்றைக் கண்ணி
colourimetry	-	நிற அளவு
colour temperature	-	நிற வெப்பம்
columellar muscle	-	கூட்டச்சுத் தசை
column chromatography	-	குழல் நிறப்பகுப்பு
cold	-	நீர்க்கோப்பு
collective model	-	கூட்டு மாதிரியமைப்பு
coma	-	ஆழ் மயக்கம்
combustion chamber	-	எரி அறை
communal entropy	-	சமூக இயல்பாற்றல்
compass	-	திசை காட்டி
compatible	-	பொருந்தக்கூடிய

complete quadrilateral	-	முழுநாற்கரம்
compound	-	சேர்மம்
compressed air	-	அழுத்தப்பட்ட காற்று
compressor	-	அமுக்கி
concrete encasement	-	கற்காரை உறை
concrete plug	-	கற்காரைச் செருகு
conditional probability	-	நிபந்தனை நிகழ்தகவு
conduction band	-	கடத்தும் பட்டை
conductivity	-	கடத்துமை
conducto meter	-	கடத்து அளவி
cone	-	கூம்பு
conglomerate	-	சலவைக்கல்
coning	-	மூளை இறுக்கம் அல்லது பிதுக்கம்
connalt water	-	உடன் பொதி நீர்
connective tissue	-	இணைப்புத் திசு
conservation of mass	-	நிறை அழிவின்மை
consumptive use	-	நீர் உட்கொள்திறன்
continuous fever	-	தொடர் காய்ச்சல்
continuous sample space	-	தொடர் கூறுவெளி
continum	-	தொடர்பம்
contusion	-	மூளை ஊமைக் காயம்
cyclotron	-	சுழல் முடுக்கி
cylinder infiltrometer	-	உருளை நீர் உட்புகு அளவி
cyst	-	கூடுறை
cytopharynx	-	செல் தொண்டை
cytoscopic examination	-	குழாய் செலுத்தி ஆய்தல்
cytoplasm	-	செல் நீர்மம்
data bank	-	தகவல் வங்கி
daught er cyst	-	சேய்ப்பை உறை
dead centre	-	இறுதி நிலைப்பகுதி
declination	-	நடுவரை விலக்கம்
declination circle	-	நடுவரைக் குத்து வட்டம்
decomposing tower	-	சிதைக்கும் உலைப்பகுதி
deformation	-	உருக்குலைவு
deliquescence	-	நீர்த்தல்

dermal branchiae	-	தோல் செவுள்கள்
dermatitis	-	தோல் அழல்
dementia	-	உளக்கேடு
demyclination	-	நரம்புறை அழிவு
dentacerebrum	-	மேற்பெருமூளை
dentric cell	-	கிளையோடு செல்
desorption	-	விலகிச் செல்லல்
deuteranopia	-	மஞ்சள் பார்வை
diamagnetic material	-	இருகாந்த எதிர்ப் பொருள்
diaphrgm	-	தடுப்புச்சுவர்
differential cross section	-	வகையீட்டு வினைக்குறுக்குப்பரப்பு
differential calculus	-	வகை நுண் கணிதம்
differential hammer	-	வேறுபாட்டுச் சம்மட்டி
differential precipitation	-	வேறுபட்ட வீழ்படிவாக்கல்
differential thermal analysis	-	வகைக்கெழு வெப்பபகுப்பாய்வு
diffraction	-	விளிம்பு வளைவு
diffusion mechanism	-	பரவல் முறை
diffusivity	-	விரவல் திறன்
dilution method	-	நீர்த்தல் முறை
dip spring	-	சாய்வுகோண ஊற்று
diptheria	-	தொண்டை அடைப்பான்
direct collision	-	நேரடி மோதல்
discharge tube	-	மின்னிறக்கக் குழாய்
discrete sample space	-	தனித்த கூறுவெளி
dispersion	-	நிறப்பிரிகை
dispersion relation	-	பிரிகைச் சமன்பாடு
dissociated anaethesia	-	தொடர்பு அறுத்த உணர்விழப்பு
distorsion	-	உருக்குலைவு
diuretic	-	சிறுநீரகற்றி
divergent evolution	-	விரி பரிமாணம்
diving suit	-	நீர்மூழ்கு உடை
dorsal fin	-	முதுகுத் துடுப்பு
dorsal root	-	மேல் வேர்
dosimeter	-	கதிரியக்க அளவி
dot blot hybridisation	-	புள்ளிக் கறைச் சேர்க்கை

double acting hammer	-	இரு பணியை இயக்கும் சம்மட்டி
double strand	-	இருபுரி இழை
double ventral nerve cord	-	இரட்டைக்கீழ் நரம்புவடம்
down slope	-	கீழ்ச்சரிவு
draftsman	-	உருவரைவாளர்
drag	-	இழுவிசை
drag tube	-	இழு குழல்
drip irrigation	-	சொட்டுநீர்ப்பாசனம்
drum	-	உருள்கலன்
drupe	-	உள் ஒட்டு சதைக்கனி
dry rot	-	உலர் அழுகல்
dry stone	-	வெற்றுக்கல்
dry tanning	-	உலர்நிலைப் பதனிடல்
duct	-	நாளம்
dug well	-	தோண்டப்படும் கிணறு
duplication method	-	நகலாக்கல் முறை
dynamo	-	மின்னியற்றி
earthquake	-	நிலநடுக்கம்
eastern hour angle	-	கிழக்கு முக நேரக் கோணம்
echinoderms	-	முட்தோலிகள்
economic assumption	-	பொருளாதார ஊகம்
ecosphere	-	சூழ்வெளி
ecosystem	-	சூழ்தொகுப்பு
efforescence	-	தூள்பூத்தல்
elasticity	-	மீள்திறனியல்
elastic limit	-	மீட்சி எல்லை
elastic solid	-	மீட்சித் திண்மம்
elastomer	-	நீட்சி நெகிழி
electro magnetic spectrum	-	மின்காந்த நிறமாலை
electrometer	-	மின் அளவி
electronic navigation	-	மின்னணுக் கருவி நாவாயியல்
electron spectroscopy	-	எலெக்ட்ரான் நிறமாலையியல்
electrostatic	-	நிலை மின்வகை
electrostatic charge	-	நிலை மின்னூட்டம்
element	-	தனிமம்

elephantiasis	-	யானைக்கால் நோய்
electroluminiscence	-	மின்வழி ஒளிர்தல்
electrostatic precipitator	-	நிலைமின் வீழ்படிவு
elevator	-	ஏற்ற இறக்கத்தட்டு
embryo	-	கருமுளை
embriyonization	-	கருவடைதல்
emulsifier	-	பால்மப் பொருள்
enantiatropic	-	புறவேற்றுமை
encephalitis	-	மூளையழல்
encephalopathy	-	மூளை வீக்கம்
encephalomaicia	-	மூளை மென்மையாதல்
end bearing	-	தாங்குமுனை
endocrine gland	-	நாளமில்லாச் சுரப்பி
endogenous cyst	-	அகப்பிதுக்கப் பை
endothelium	-	அகத்தோலியம்
endosperm	-	முளைசூழ்தசை
end point	-	முடிவு நிலை
endothelial cell	-	அகத்தோலியச் செல்
energy level	-	ஆற்றல் மட்டம்
entropy	-	இயல்பாற்றல்
environmental temperature	-	சூழல் வெப்பநிலை
epicentre	-	நில நடுக்க மையம்
epidermis	-	புறத்தோல்
epilepsy	-	வலிப்பு
epithelium cell	-	மேல் தோல் செல்
epitrochlear lymph node	-	நிணநீர்க்கணு
equilateral triangle	-	சமபக்க முக்கோணம்
equilibrium constant	-	சமநிலை மாறிலி
erosional spring	-	அரிப்பு ஊற்று
erthrophore	-	சிவப்பு நிறக் கணிகம்
etiology	-	காரணவியல்
eutectic mixture	-	நல்லுருகு கலவை
evaporation	-	ஆவியாதல்
evapotranspiration	-	வளி இலை நீராவி
even-even-nuclide	-	இரட்டை இரட்டை நியூக்ளைடு

even-odd-nuclide - இரட்டை ஒற்றை நியூக்ளைடு
evolutionary change - படிமலர்ச்சி மாற்றம்
excition energy - கிளர்ச்சி ஆற்றல்
exocrine gland - நாளமுள்ள சுரப்பி
exogeneous cyst - புறப்பிதுக்கப்பை
exponent - மாறுநிலை அடுக்குக்குறி
exponential - அடுக்கியல் தன்மை
external conditioning - வெளிப்புறத் திருத்தம்
external fertilization - புறக் கருவுறுதல்
external obligue - வெளிச்சாய்தசை
extra cardiac disease - புற இதய நோய்
extra cellular digestion - புறச்செல் செரியாமை
extracellular fluid - செல்வெளி நீர்மம்
extract - பிரித்தெடுத்தல்
eye spot - கண் புள்ளி
facial nerve - முக நரம்பு
facial paralysis - முகவாதம்
far red ray - தொலைச் சிவப்புக் கதிர்
fast breeder reactor - விரைவு உற்பத்தி அணு உலை
fault spring - பிளவு ஊற்று
feed back mechanism - திருப்பியூட்டு பொறிமுறை
femoral vein - தொடைச்சிரை
ferromagnetic material - அயக்காந்தப் பொருள்
fibre plant - நார்த்தாவரம்
fibrosis - நாராக்கல்
field strength - புலவலிமை
file foundation - நிலத்தூண் அடிமானம்
fill factor - நிறையும் குறியளவு
filling brush - நிரப்பும் தூரிகை
filter bed - வடிகட்டும் படுகை
finlet - துடுப்புச் சதை
fission chamber - அணுப் பிளவுக் கலன்
fixation - நிலைநிறுத்தி
fixed light - நிலையாக எரியும் விளக்கு
flagellum - நீளிழை

flamless vapour explosion	-	சுடரின்றி ஆவி வெடித்தல்
flash light	-	ஒளி உமிழ் விளக்கு
floating organism	-	மிதந்து வாழ்பவை
fluidised bed	-	பாய்மப் படுகை
fluidity	-	பாய்மநிலை
fluid mechanics	-	பாய்ம எந்திரவியல்
flue gas	-	வெப்ப வளிமம்
focus	-	குவியம்
fold	-	மடிப்பு
follicle	-	வெடிகனி
footing	-	பீடம்
foregut	-	முன்குடல்
fourth dimension	-	நான்காம் பரிமாணம்
fragmentation	-	துண்டுபடுதல்
frame of reference	-	குறிப்புச் சட்டம்
free molecular flow	-	தனித்த மூலக்கூறு பாய்வு
free radical	-	தனித்தியங்கு உறுப்பு
fresh water ecosystem	-	நன்னீர்ச் சூழ்தொகுப்பு
fresh water organism	-	நன்னீர் உயிரி
frictional force	-	உராய்வு விசை
fringes	-	வரியமைப்பு
front yard	-	முன்முற்றம்
fulcrum	-	ஆதார தாங்கு மையம்
gamma ray	-	காமாக் கதிர்
gangrene	-	அழுகல்
gas dynamics	-	வளிம இயக்கவியல்
gas liquid chromatography	-	வளிம நீர்ம நிறப்பகுப்பு
gas volume	-	வளிமப் பருமன்
gelatin	-	ஊன்புரதம்
gel	-	கூழ்
gene	-	மரபணு
gene mutation	-	மரபணு மாறுபாடு
genetic code	-	மரபுவழிக் குறியீடு
geochemical stage	-	புவி வேதிக் கட்டம்
geographical atlas	-	நிலவியல் படம்

geomorphology	-	நிலவடிவியல், புவி அமைப்பியல்
geothermal flow	-	நில வெப்பப் பாய்வு
gestation period	-	கருவளர்காலம்
gill	-	செவுள்
glass fibre sheet	-	கண்ணாடி இழைத்தகடு
glass transition	-	கண்ணாடி மாறுநிலை
glossopharyngeal nerve	-	நாத்தொண்டை நரம்பு
gonadotropic	-	பாலுறுப்புச் சுரப்பியைத் தூண்டும் சுரப்பு
gravitation process	-	ஈர்ப்பு விசை
green stalk	-	பசுந்தண்டு
ground glass cytoplasm	-	புகைக்கண்ணாடிச் செல் சோறு
group velocity	-	குழுத் திசைவேகம்
gully pluge	-	ஓடைத் தடை
gyrocampus	-	சுழல் திசையளவி
gyroscope	-	சுழல் அளவி
haemorrhage	-	குருதி ஒழுக்கு
hand lead and line	-	கை எடையும் கம்பியும்
hard magnetic material	-	கடினக் காந்தப் பொருள்
heat exchanger	-	வெப்பப் பரிமாற்றி
heat gradient	-	வெப்பச் சரிவு
heat of detonation	-	வெடித்தல் வினை வெப்பம்
heat of fusion	-	உருகுநிலை வெப்பம்
heat of vapourisation	-	ஆவியாக்க நிலை வெப்பம்
heavy texture	-	கடின நயம்
helicopter	-	திருகு ஊர்தி
hepatic neuro inflammation	-	நரம்பு நீடித்த அழல்
hepatomegaly	-	பேரீரல்
hepato renal syndrome	-	ஈரல் சிறுநீரக நோயியம்
hexacanth embryo	-	அறு கொக்கி வளர்கரு
hexagonal	-	அறுகோணப் படிகம்
hibernation	-	குளிர்கால உறக்கம்
high tide	-	நீர் ஏற்றம்
hind gut	-	கடைக்குடல்
histopathalogic feature	-	செல் நோயியல் பண்பு
hood	-	பாம்புப்படம்

happer	-	பெய்குடுவை
horizontal paper chromatography	-	கிடைமட்டத் தாள் வரைவு
host crystal	-	அகப்படிகம்
hour angle	-	நேரக்கோணம்
humic matter	-	மட்கிய பொருள்
humification	-	தழை மக்கிப் போதல்
hydration	-	நீரேற்றம்
hydrofoil craft	-	நீரிலைக்கலம்
hydrology	-	நீரியல்
hydrophyte	-	நீர் மிதவைத் தாவரம்
hydro statics	-	நீர்ம நிலையியல்
hyperbola	-	அதிபரவளையம்
hyperesthesis	-	மிகு உணர்ச்சி
hyperfine structure	-	மீநுண் வரி
hypogossal nerve	-	நாவடிநரம்பு
hyponchium	-	நகத்தோல்
hypopigmentation	-	நிறமிக் குறைவு
hypoproteinemia	-	குருதிப்புரதக் குறைவு
hysteresis	-	காந்தத் தயக்கம்
hysteresis loop	-	காந்தத் தயக்கக் கண்ணி
ice flow	-	பனி மிதவை
immunology	-	தடுப்பியல்
iridiophore	-	பகட்டான நிறக்கணிகம்
incandescence	-	வெண்சுடர் நிலை
incompressible	-	அமுக்க இயலாத் தன்மை
ideal gas equation	-	கருத்தியல் வளிமச் சமன்பாடு
immune system	-	ஏமமண்டலம்
implantation	-	உள்ளிருத்துதல்
impression	-	பதித்தல்
incinevator	-	எரி தொட்டி
induction	-	தூண்டல்
inelastic neutron scattering	-	மீட்சியுறா நியூட்ரான் சிதறல்
inert gas	-	மந்த வளிமம்
inertia	-	நிலைமம்
inertial guidance	-	நிலைம வழிக்காட்டமைப்பு

inertial navigator	-	நிலைமப் பயண அமைப்பி
inertial reference system	-	நிலைம நோக்கீட்டு அமைப்பு
infection	-	நோய்த் தொற்றல்
infiltration	-	உட்பரத்தல்
ink sac	-	மசிப்பை
inorganic rock	-	கனிமவகைப் பாறை
integral calculus	-	தொகை நுண்கணிதம்
interlamellar	-	இடைப்பட்ட துளை
internal fertilization	-	அகக் கருவுறுதல்
internal metabolism	-	செல் உள் வினை
internal symmetry	-	அகச் சீரமைப்பு
intestinal tonsil	-	குடல் உள்நாக்கு
intracellular digestion	-	அகச்செல் செரிமானம்
intracellular pressure	-	அகச்செல் அழுத்தம்
intrusive	-	உள் ஊடுருவி
inverse thermal gradient	-	தலைகீழ் வெப்பச் சரிவு
isomer	-	மாற்றியம்
intensity of magnetisation	-	காந்தமாக்கல் செறிவு
iron exchange chromatography	-	அயனிப் பரிமாற்ற வண்ணப் படிவுப் பிரிகை
ion	-	அயனி
isogamy	-	ஒத்த இணைவு
isogamete	-	ஒத்த இனச்செல்
isogonic line	-	சமகாந்த ஒதுக்கக் கோடு
isomagnetic line	-	சமகாந்தப் பண்புக்கோடு
isophase light	-	சம ஒளி இருள் விளக்கு
kinetic energy	-	இயங்காற்றல்
labial gland	-	உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி
lagoon	-	காயல்
land distance	-	கடத்தும் தொலைவு
land mark	-	எல்லைச் சுட்டி
landscape architecture	-	நில நோக்கமைப்பு
land slide	-	நிலச்சரிவு
large particle accelerator	-	பெருந்துகள் முடுக்கி
larva	-	இளம்புழு
latent heat	-	உள்ளுறை வெப்பம்

lateral	-	பக்கவாட்டு
latitude	-	அகலாங்கு
law of conservation of mass	-	நிறை அழியா விதி
law of definitive proportion	-	விகிதம் மாறா விதி
leaf fibre	-	இலை நார்
leucophore	-	வெள்ளைநிறக் கணிகம்
libra	-	துலாம்
light exposure	-	ஒளிக்காட்டல்
lignite	-	பழுப்பு நிலக்கரி
lime slurry	-	சுண்ணாம்புக் குழம்பு
lime stone	-	சுண்ணாம்புக்கல்
linear relation	-	நேர்கோட்டுத் தொடர்பு
line intensity	-	நிரல் செறிவு
liquid drop model	-	நீர்மத் துளி மாதிரிப் படிவம்
liver function test	-	கல்லீரல் செயல்பாட்டு ஆய்வு
long pod	-	நீள் கோது
longitude	-	நெட்டாங்கு
loop area	-	கண்ணிப் பரப்பு
low tide	-	அலை இறக்கம்
lubrication	-	உயவிடுதல்
lumina	-	உட்புழை
luminiscence	-	ஒளிர்தல்
lymphatic system	-	வடிநீர் மண்டலம்
lymphocyte	-	வடிநீர்ச் செல்
macromolecule	-	பெருமூலக்கூறு
madreporite plate	-	கற்சல்லடைத்தட்டு
magma	-	கற்குழம்பு
magmatic water	-	பாறைக்குழம்பு
magnetic campus	-	காந்தத் திசையளவி
magnetic circular dichronism	-	காந்தவட்ட இருநிறக் காட்டல்
magnetic flux	-	காந்தப்பாயம்
magnetic induction	-	காந்தக் தூண்டல்
magnetic lines of force	-	காந்த விசைக்கோடுகளின் தொகுப்பு
magnetic mirror	-	காந்த ஆடி
magnetic moment	-	காந்தத்திருப்புத்திறன்

magnetic moment vector	-	காந்தத் திருப்புத் திசையன்
magnetic potential	-	காந்த ஈர்ப்பழுத்தம்
magnetisation curve	-	காந்தசார் வளைவு
magnetomotive force	-	காந்த இயக்கு விசை
magnetostriction	-	காந்தக் குறுக்கம்
mandrel	-	கடைசல் பொறி
marine organism	-	கடல் உயிரி
masking agent	-	மறைக்கும் பொருள்
mass defect	-	நிறை குறைபாடு
mass movement	-	பருப்பொருளின் அசைவு
mass number	-	நிறை எண்
mass spectrography	-	நிறை நிறமாலைவரைவு
mass spectrometer	-	நிறை நிறமாலை அளவி
mass spectrum	-	நிறை நிறமாலை
mass transplantation	-	பருப்பொருளின் கடத்தல்
mat foundation	-	பாய் அடிமானங்கள்
mean solar day	-	சராசரி சூரிய வழிநாள்
mean sun	-	சராசரி சூரியன்
mechanical energy	-	எந்திரவியல் ஆற்றல்
median nerve	-	நடு நரம்பு
medical spring	-	மருந்து ஊற்று
medium	-	ஊடகம்
medulla oblongata	-	மூளையின் கீழ்ப் பகுதி
memory storage	-	செய்தித் தேக்கம்
mercerized cotton	-	பளபளப்புப் பருத்தி
mercury barometer	-	பாதரச அளவி
meridian	-	உச்சி வட்டம்
mesoglea	-	பசைக்கூழ்
mesophyll	-	இலையிடைத்திசு
mesozoic	-	இடையூழிக்காலம்
meta anthracite	-	அனல் மிகு நிலக்கரி
metastable	-	சிற்றுறுதி நிலை
microwave	-	நுண்ணலை
mid gut	-	நடுக்குடல்
midnight sun	-	நள்ளிரவுச் சூரியன்

migration	-	வலசை போதல்
milky way	-	பால் வீதி
mimeography	-	மிமியோ வரைபட முறை
mint equipment	-	நாணயச்சாலைக் கருவி
moderator	-	தணிப்பான்
molecular diffusion	-	மூலக்கூறுகளின் ஊடுருவல்
molecular magnetic field	-	மூலக்கூற்றுக் காந்தப் புலம்
mollusca	-	மெல்லுடலி
molten polymer	-	உருகிய பல்லுறுப்பு
monochromater	-	ஒற்றை நிறமாக்கி
monodentate	-	ஒற்றைப் பல்வகை
monotrophy	-	ஒற்றைச் சாய்வு மடிப்பு
moon flower	-	நிலாப்பூ
mordant	-	நிறம் நிறுத்தி
mordant dye	-	கெட்டிப்படுத்தப்பட்ட சாயம்
morphological	-	புறவடிவமைப்பியல்
morphologic feature	-	வடிவவியல் அமைப்பு
motor	-	மின்னோடி
moving coil	-	இயங்கு சுருள்
moving iron	-	இயங்கு இரும்பு
mucilage	-	சவ்வுப்பொருள்
multiple land use	-	பன்மடங்கு நிலப்பயன்
mucous membrane	-	கோழைப்படலம்
mud flow	-	சேறு வழிதல்
multiperforate septum	-	பல்துளைத்தடுப்பு
multiple paper chromatography	-	பன்மைத்தாள் நிறவரைவி
mushroom anchor	-	காளான் வடிவ நங்கூரம்
myelitis	-	தண்டுவட அழல்
myelonalacia	-	தண்டு வடம் அழுகல்
nailfold	-	நகமடிப்பு
natural fabrics	-	இயற்கை ஆடை
navigation	-	நாவாயியல்
negative charge	-	எதிர் மின்னோட்டம்
negative feedback	-	எதிர்த்திருப்பியூட்டு
negative fraction	-	எதிர் உராய்வு

nematode	-	உருண்டைப்புழு
neopasm of brain	-	மூளைப்புற்று
nerve strand	-	நரம்பு வடம்
neuro endocrine system	-	நரம்பு சார் நாளமில்லாச் சுரப்பு மண்டலம்
neuromuscular blocking agents	-	நரம்புத் தசை இணைப்புத் தடைப் பொருள்
neutron optics	-	நியூட்ரான் ஒளியியல்
neutron spectrometry	-	நியூட்ரான் நிறமாலையளவியல்
neutron spectroscopy	-	நியூட்ரான் நிறமாலையியல்
neuro physiology	-	நரம்பு இயங்கியல்
neuropraxia	-	நரம்புத் தற்காலிகச் செயலிழப்பு
neurotmesis	-	நரம்புத் துண்டிப்பு
non-caking	-	கட்டியாகாதது
non-linear relation	-	நேர்கோட்டிலமையாத் தொடர்பு
non-newton fluid	-	நியூட்டன் அயல் பாய்மம்
normal Zeeman effect	-	இயல்பு சீமன் விளைவு
nuchal lobe	-	கழுத்துக் கதுப்பு
nuclear angular momentum	-	அணுக்கருக் கோண உந்தம்
nuclear emulsion	-	அணுக்கருப்பூச்சு
nuclear fission	-	அணுக்கருப் பிளவு
nuclear model	-	அணுக்கரு மாதிரிப் படிமம்
nuclear power plant	-	அணு ஆற்றல் நிலையம்
nucleon	-	அணுக்கருதுகள்
nucleophilic substitution	-	கருக்கவர் பதிலீட்டு வினை
nystagmus	-	விழி ஊசலாட்டம்
oculocutaneous albinism	-	கண், தோல் பாண்டு நோய்
oculomotor nerve	-	கண்ணியக்க நரம்பு
odd-odd-nuclide	-	ஒற்றை ஒற்றை நியூக்ளைடு
olfactory bulb	-	மோப்பக்குமிழ்
olfactory lobe	-	நுகர்கதுப்பு
ommatophore	-	கண் காம்பு
oogamy	-	கலவிப்பெருக்க இணைவு
opposing force	-	மாறுபட்ட இழுவிசை
opacity	-	ஒளி புகவிடாமை
optical density	-	ஒளியியல் அடர்த்தி
optic chiasm	-	பார்வைப் பாலம்

orbital electron capture	-	வட்டப்பாதை எலெக்ட்ரான் உட்கவர்ச்சி
orbital foramen widening	-	நரம்புத் துளை விரிவு
organelles	-	சிற்றுறுப்பு
spin angular momentum	-	தற்சுழற்சிக் கோண உந்தம்
oscillscope	-	அலைவு நோக்கி
osmotic pressure	-	சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம்
osteitis deformans	-	நலிவுறு எலும்பழற்சி
orthogonal force	-	செங்குத்து ஆக்கக்கூறு
ovary	-	சூலகம்
ovulation	-	முட்டை வெளியீடு
oxidizer	-	ஆக்சிஜனேற்றி, உயிர்வளியேற்றி
oxygen carrier	-	ஆக்சிஜன் சுமப்பான்
pachydermial larynges	-	திண்தோல் குரல் நாண்கள்
pancreatic digestion	-	கணையச் செரிமானம்
panicle	-	கூட்டுப்பூத்திரள்
paper chromatography	-	தாள் நிறச்சாரல் பிரிகை
paper softener	-	தாள் மென்மையாக்கி
papillae	-	மொட்டு
parabola	-	பரவளையம்
paranochya	-	நகச்சுற்று
paraplegia	-	செயலிழப்பு
partial cross section	-	பகுதிவினைக் குறுக்குப் பரப்பு
partition chromatography	-	பங்கீட்டு நிறப்பகுப்பு
passive sonar	-	செயலூக்கமற்ற ஒலிக்கருவி
pathology	-	நோய்க்குறியியல்
pedicellarial	-	இடுக்கி உறுப்பு
penstock	-	மதகு குழாய்
penumbra	-	புற நிழல்
perianth	-	பூவிதழ்
pericarditis	-	இதய உறை அழல்
pericardium	-	இதய உறை
peripheral nervous system	-	புற நரம்பு மண்டலம்
periportal	-	சுற்றுவாயிலியம்
periscope	-	மறைபுற நோக்கிக் கருவி
permeability	-	ஊடுருவுதிறன்

perpendicular bisector	-	மையக்குத்துக் கோடு
pharmacology	-	மருந்தியல்
pharynx	-	உள்தொண்டை
phase	-	நிலைமை
phase rule	-	நிலைமை விதி
phase velocity	-	கட்டத் திசைவேகம்
phantun hernia	-	பொய்ப்பிதுக்கம்
phenotype	-	உறுப்புக்குறைபாடு
phlebo thrombosis	-	உட்சிரைக்குருதி, உறை படிமம்
phloem	-	சல்லடைத்திசு
phosphorescence	-	ஒளிர்தல்
phosphor	-	நின்றொளிர் பொருள்
photochemical reaction	-	ஒளிவேதிவினை
photoelectric cell	-	ஒளி மின்கலம்
photoelectric colourimeter	-	ஒளி மின் நிற அளவி
photoelectric photometer	-	மின் ஒளி அளவி
photoluminiscence	-	ஒளிவழி ஒளிர்வு
photophobia	-	ஒளிக்கூச்சம்
photoceptor	-	ஒளி வாங்கி
photosynthesis	-	ஒளிச்சேர்க்கை
phytoplankton	-	தாவர மிதவை உயிரி
pickled skin	-	அமிலத்திலடப்பட்ட தோல்
pile	-	நிலத்தூண்
pile group	-	நிலத்தூண் தொகுதி
pineal body	-	கூம்புருவ உறுப்பு
piston	-	உந்துதண்டு
pitching	-	குப்புற விழுதல்
placenta	-	அண்டம்
planar map	-	தள வரைபடம்
plane	-	தளம்
planting space	-	நடவுப்பகுதி
plaster	-	சாந்து
plastic	-	நெகிழி
plasticity	-	மீளாத்தன்மை
plutonic earthquake	-	ஆழ்நிலைப் பாறை நில நடுக்கம்

poisture and galt abnormalities	-	மாறுபட்ட உடற்கூறமைவும் நடைத்தோற்றமும்
polarisation	-	முனைவாக்கம்
pollination	-	மகரந்தச் சேர்க்கை
polyarteritis	-	பலதமனி அழற்சி
polycythaemia	-	சிவப்பணு மிகை நோய்
polyhedron	-	பன்முகம்
polymer	-	பல்லுறுப்பி
polymorphism	-	பல்படிகத் தோற்றம்
pore space	-	துளை இடைவெளி
porosity	-	நுண்துளையுடைமை
portal tract	-	வாயில் தடம்
positive feedback	-	நேர் திருப்பியூட்டு
positive charge	-	நேர் மின்னூட்டம்
post traumatic amnesia	-	பின் நினைவிழப்பு
potential energy	-	நிலையாற்றல்
potential flow	-	நிலையழுத்தப் பாய்வு
potentiometer	-	மின்னழுத்த அளவி
precast	-	முன்வார்ப்பு
pressure process	-	அழுத்த முறை
pressure treatment	-	அழுத்தப் பதனிடுதல்
proglottis	-	கணு
principle of gas	-	வளிமக்கோட்பாடு
priming	-	வெளித்தள்ளுதல்
probability	-	நிகழ்தகவு
projection	-	உந்தத்தின் வீழ்ச்சி
propeller	-	முன் செலுத்தி
proportion	-	வடிவ உருக்குலைவு
prosthetic group	-	கட்டுறுப்புத் தொகுதி
prothoraxic gland	-	முன் மார்புச் சுரப்பி
protonephridia	-	நுண் சிறுநீரகம்
pseudo coelom	-	பொய் உடற்குழி
pseudo cannal coal	-	போலி சுடர்மிகு நிலக்கரி
pseudo plastic	-	புனை நெகிழி
pulmonary sac	-	நுரையீரல் பை
pulmonary infection	-	நுரையீரல் நலிவு

pump	-	எக்கி
purulent	-	சீழ் அழற்சி
quasi particle	-	பொய்த் தோற்றத் துகள்
quantum machnics	-	குவாண்டம் இயக்கவியல்
quantum physics	-	குவாண்டம் இயற்பியல்
quick flash	-	விரைந்து ஒளி உமிழும் விளக்கு
radial nerve	-	ஆரநரம்பு
radial symmetry	-	ஆரச் சமச்சீர்
radiation	-	கதிர்வீச்சு
radiator	-	கதிர்வீசி
radioactive element	-	கதிரியக்கத் தனிமம்
radius of gyration	-	சுழற்சி ஆரம்
rainfed cropping	-	வான்பயிர் வளர்ப்பு
random event	-	சமவாய்ப்பு நிகழ்ச்சி
real fluid	-	மெய்ப்பாய்மம்
recarbonation	-	மறுகார்பனேற்றம்
receptor	-	ஏற்பி
reciprocal	-	தலைகீழ்
recticular activating system	-	மூளையின் இயக்க மண்டலம்
recumbent fold	-	படிந்த மடிப்பு
red tide	-	சிவப்பு அலை
refractivity	-	ஒளி விலகல் திறன்
refractory metal	-	வெப்பந்தாக்கும் உலோகம்
regeneration	-	மறுபிறப்பு
regeneration of nerve	-	நரம்பின் மறுமலர்ச்சி
regular quadrilateral	-	ஒழுங்கு நாற்கரம்
refractivity index	-	ஒளிவிலகல் எண்
reinforced concrete	-	வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரை
releasing factor	-	விடுவிப்புப் பொருள்
remote control	-	தொலைக் கட்டுப்பாடு
remote sensor	-	தொலை உணர்வி
rental	-	குடக்கூலி
replica of topography	-	நிலக்கூறுகளின் எதிர்பலிப்பு
reservoir	-	நீர்த்தேக்கம்
resistivity meter	-	மின்தடை அளவி

resolution - பிரிதிறன்
resonance - ஒத்ததிர்வு வினை
resonance accelaration - ஒத்ததிர்வு முடுக்கம்
resonance neutron - ஒத்திசைவு நியூட்ரான்
rest mass - நிலை நிறை
retaining wall - நிறுத்தச் சுவர்
reticulo endothelial cell - நுண்வலையகத் தோலியச் செல்
retina - விழித்திரை
reflex mechanism - தன்னெதிரிணக்க நுட்பம்
retrograde amnesia - முன்னான நினைவிழப்பு
rheology - பாய்மவியல்
rheumatic fever - வாதக்காய்ச்சல்
rhinophore - விரல் போன்ற நீட்சி
rhizome - மட்டத்தண்டு
rhombus - சாய்சதுரம்
rigidity modulus - விறைப்புக் குணகம்
rock glacier - பாறைப் பனியாறு
rock wall - பாறைச்சுவர்
rolling - உருளல்
root pocket - வேர்ப்பை
root stock - வேர்த்தண்டு, தரைக்கீழ்த் தண்டு
rotating bucket - சுழலும் வாளி
rotation - சுழற்சி
round pod - உருண்டைக் கோது
ruby glass - சிவப்புக் கண்ணாடி
rudder - சுக்கான்
sagittarus - தனுசு
sanded nuclei - மணல் துகள் நியூக்ளியஸ்கள்
sandstone - மணற்பாறை
sap - சாறு
sarcoma - கழலைப் புற்று
saturation - தெவிட்டல்
saturation diving - தெவிட்டல் நீர் மூழ்குதல்
scale - அளவு கோல், இலைச் செதில்
scolex - தலைக்குமிழ்

scattering centre - சிதறல் மையம்
sciophyte - நிழல் தாவரம்
scorpion - நளி (விண்மீன்குழு)
scrap blade - நகர் கத்தி
screw mooring anchor - திருகு வடிவ நங்கூரம்
sea anchor - கடல் நங்கூரம்
sead coat - விதையுறை
seepage - நீர்க்கசிவு
segment - கண்டம்
seismograph - நில நடுக்க வரைவு
seismology - நில நடுக்கவியல்
selective absorption - தேர்ந்த உட்கவர்திறன்
selective radiation - தேர்ந்த கதிர்வீச்சு
self weight - தன் சுமை
semi anthracite - குறை அனல்மிகு நிலக்கரி
semi dryland farming - மித வறட்சிப்பயிர்
sensitivity - உணர்திறன்
sensory nerve - உணர்நரம்பு
separator - பிரிப்பி
sequence - நிரலொழுங்கு
serology - ஊனீரியல்
serum - ஊனீர்
serum autoantibodies - ஊனீரில் தானியங்கு எதிர்ப்பொருள்கள்
set - முழுத்தொகுதி
sexual reproduction - கலவிப்பெருக்கம்
shale - களிப்பாறை
shell and tube head exchanger - பொதியுறு குழாய்ப் பரிமாற்றி
shell model - கூடு மாதிரிப்படிவம்
side friction - பக்க உராய்வு
sidereal day - மீன்வழிநாள்
simulate myocardial infarction - இதயத்தசைக் குருதி நலிவு
single action hammer - தனித்து இயங்கும் சம்மட்டி
single fluke anchor - ஒரு கொக்கி நங்கூரம்
sinkhole - மூழ்கு குழி
slider crank - நழுவு வணரி

sliding pair	-	நழுவல் இணை
slot	-	வடிவப்பொத்தல்
slow neutron	-	குறைவேக நியூட்ரான்
slump	-	பாறைவீழ்ச்சி, சரிந்து குவிதல்
smelting	-	உருக்கிப் பிரித்தல்
soft iron	-	தேனிரும்பு
soft magnetic material	-	மென் காந்தப்பொருள்
soil erosion	-	மண் அரிமானம்
soil layer	-	மண் படிவம்
soil texture	-	மண் நயம்
solidus	-	உறை நிறைவுப்புள்ளி
solifluction	-	மண் வழிதல்
south pole	-	தென் முனை
square planar complex	-	சதுரத் தள அணைவு
space-time continum	-	வெளிக்காலத் தொடர்ச்சி
space shuttle	-	விண்வெளி ஓடம்
spark chamber	-	சுடர்ப்பொறிக் கலன்
spark gap	-	பொறி இடைவெளி
specific absorption coefficient	-	நியம உறிஞ்சு குணகம்
specification	-	அளவீடு
spectacle mark	-	கண்ணாடிக்குறி
spectral term	-	நிறமாலை உறுப்பு
spectrometer	-	ஒளியியல் நிறமாலைப் பகுப்பி
spectrophotometer	-	நிறமாலை ஒளி அளவி
spectro radio meter	-	நிறமாலைக் கதிர் அளவி
spectrum	-	நிறமாலை
spherical wave	-	கோளக அலை
spikelet	-	கதிர்க்குலை
spinal accessory nerve	-	தண்டுவடத் துணை நரம்பு
spore coat	-	விதை உறை
spill way	-	வழி முகம்
spin quantum number	-	சுழற்சிக் குவாண்டம் எண்
spin vector	-	தற்சுழற்சித் திசையன்
spleenic vein	-	மண்ணீரல் சிரை
splenomegaly	-	பெரும்பிளவை

spring	-	ஊற்று, சுருள்வில்
spring tide	-	பருவ ஏற்ற இறக்கம்
sprinkle irrigation	-	தூவு பாசதம்
sprit duplicating	-	மெய்ப்படி முறை
stability augumentation	-	நிலைத்திறன் கூட்டல்
stabilization	-	நிலைப்படுத்தல்
staggered row	-	மாறு வரிசை
stalkless anchor	-	காப்பில்லா நங்கூரம்
standing wave	-	நிற்பு அலை
state of equilibrium	-	சமநிலை அமைப்பு
static electricity	-	நிலை மின்சாரம்
stationary state	-	நிலைத்த நிலை
statistical decision procedure	-	புள்ளியியல் தீர்வு முறை
steam boiler	-	நீராவிக் கொதிகலன்
steam distillation	-	நீராவி வாலை வடிமுறை
steel shell	-	எஃகு கூடு
stinging cell, nematocyte	-	கொட்டும் செல்
stomach gastric ring	-	இரைப்பை நரம்பு வளையம்
stomata	-	இலைத்துளை
storage irrigation	-	நீர்த்தேக்கப் பாசனம்
straight run distillation	-	நேரடி வாலை வடித்தல்
stratight tube	-	நேர்குழாய்
stress	-	தகைவு
stripping operation	-	உரிப்புச்செயல்
strobilization	-	கணுத்தொடர்ப் பெருக்கம்
strong force	-	விரைவு விசை
strong magnetic field	-	வன்காந்தப்புலம்
subbituminous coal	-	புகைமிகு நிலக்கரி
subcutaneous tissue	-	தோலடித் திசு
submarine	-	நீர்மூழ்கிக் கப்பல்
suction cup	-	உறிஞ்சும் கிண்ணம்
summer eczema	-	கோடைச்சொறி
super conductivity	-	மீகடத்துந்திறன்
super fluidity	-	மீபாய்வு
swelling	-	(தோல்) பருத்தல்

swelling index	-	பருத்துப்பெருகும் வீதம்
surface tension	-	புறப்பரப்பு விசை
susceptibility	-	ஏற்புத்திறன்
suspension	-	கரையாப் பொருள்
symmetrical fold	-	சமச்சீர் மடிப்பு, ஒத்த மடிப்பு
synchrotron radiation	-	ஒத்தியக்கக் கதிர் வீச்சு
syndrome	-	நோயியம்
syringal muscle	-	ஒலிப்பைத் தசை
syrinx	-	ஊது குழல்
tablet	-	குளிகை
tactile sense organ	-	தொடு உணர்ச்சி உறுப்பு
tail race	-	அடிக்கால்வாய் வடிதேக்கம்
talus spring	-	மலையடி உகல் ஊற்று
tapeworm	-	தட்டைப்புழு
tectonic earthquake	-	நில அசைவுகளால் ஏற்படும் நில நடுக்கம்
temporal	-	நெற்றிப் பொட்டு
tentacle	-	உணர்நீட்சி
terrace	-	படிமட்டம்
terrestrial equator	-	நில நடுக்கோடு
testicle	-	இனப்பெருக்க விதை
testis	-	விந்து உறுப்பு
tetanus	-	இசிவு நோய்
tetrahedron	-	நான்முகி
textile fibre	-	நெசவு நார்
thermal conductivity	-	வெப்பம் கடத்துந்திறன்
thermal intensity	-	வெப்பச் செறிவு
thermal reactor	-	வெப்ப ஆற்றல் அணு உலை
thermo gravimetric analysis	-	எடை சார்புப் பகுப்பாய்வு
thermoluminiscence	-	வெப்ப வழி நின்றொளிர்தல்
thermotropic crystal	-	வெப்ப நாட்டப் படிகம்
theory of relativity	-	சார்புக் கொள்கை
thin layer chromatography	-	மென்படல நிறப்பகுப்பு
thin steel shell	-	மெல்லிய எஃகு கட்டை
threshold conditioning	-	வாயிற்படித் திருத்தம்
time dependent fluid	-	காலம் சார் பாய்மம்

time independent fluid	-	காலம் சாராப் பாய்மம்
time of flight method	-	நேரக் கணக்கீட்டு முறை
time pulsed	-	காலத்துடிப்பு
tin pest	-	வெள்ளீய நோய்
titration	-	முறித்தல் வினை
tool sheet	-	கடின வகை உருக்கு
top dead centre	-	மேலிறுதி நிலை
topographical map	-	நில வரைபடம்
total scatting	-	முழுச் சிதறல் முகப் பரப்பு
toxicology	-	நச்சியல்
toxin	-	நச்சு
tracheid	-	காற்றறை
tranquillizer	-	மன அமைதியை உண்டாக்கும் மருந்து
transcription	-	படிவ மாற்று
transformer	-	மின் மாற்றி
transition probability	-	மாற்ற நிகழ்தகவு
transmission efficiency	-	நீர் வழித்தடத் திறன்
transmission line	-	மின் தொடர்
transition temperature	-	நிலைமாறு வெப்ப நிலை
transistor	-	வெற்றிடக்குழல், திரிதடையம்
transmittance	-	ஒளி ஊடுருவுகை
transpiration	-	நீராவிப் போக்கு
transverse colon	-	குறுக்குப் பெருங்குடல்
trapezium	-	நாற்கரச் சரிவகம்
traumatic injury	-	மூளைக்காயம்
tremor	-	நடுக்கம்
tribalumini scence	-	உரைகல் வழி நின்றொளிர்தல்
trigeminal nerve	-	மும்மிதுன நரம்பு
triple point	-	முக்கூட்டு முனை
triplet genetic code	-	மும்மரபுக் குறியீடு
trochlear nerve	-	கம்பி நரம்பு
truck	-	சரக்கு வண்டி
turbidity	-	கலங்குமை
turbine	-	நீராவிச் சுழலி
umbra	-	அகநிழல்

underground cave	-	நிலக் குகை
underground water	-	நிலத்தடி நீர்
unicellular organism	-	ஒரு செல் உயிரி
universal law of gravitation	-	ஈர்ப்பியல் பொது விதி
uremia	-	யூரியா குருதி
utility area	-	பயன்பாட்டு மிகுதி
valance band	-	இணைதிறன் பிணைப்புப் பட்டை
valve	-	அடைப்பிதழ், தடுக்கிதழ்
vapour pressure	-	ஆவியமுத்தம்
varicose ulcer	-	நாளப்புண்
varicose vein	-	குடல் சுருட்டு நாளப்புண்
vascular bundle	-	காற்றுக்குழாய்த் தொகுப்பு
vasculitis	-	குருதிக்குழல் மைய அழல்
vasoconstrictor	-	குழல் சுருக்கச் செயல்
vector	-	திசையன்
vein	-	சிரை
velocity	-	திசைவேகம்
velocity selector	-	திசைவேகத் தேர்வி
vein clearing disease	-	நரம்பு வெளிர்தல் நோய்
venae cave	-	குருதிச் சிரை
venography	-	சிரை ஊடுகதிர் வரைபடம்
venom	-	நச்சு நீர்
venous gangrene	-	சிரை அழுகல்
versatile	-	நிலையற்ற அமைப்பு
very quick flash	-	விரைந்து ஒளி உமிழும் விளக்கு
vestibulo cochlear nerve	-	உட்காதுச் சுருள் குழாய் நரம்பு
vibrating mechanism	-	அதிர்வு அமைப்பு
vibratory pile driver	-	அதிர்வு வகைத் துளையிடும் கருவி
vinegar	-	காடி
visco elastic fluid	-	பாகியல் மீட்சிப் பாய்மம்
viscosity	-	பாகுமை
visceral or autonomous nervous system	-	உள்ளுறுப்பு அல்லது தானியங்கி நரம்பு மண்டலம்
visceral sac	-	உள்ளுறுப்பு உறை
visual colourimetry	-	கட்புலனாகும் நிற அளவியல்

vitiligo	-	வெண்குட்டம்
voice box	-	ஒலிப்பெட்டி
volcanic earthquake	-	எரிமலைகளால் ஏற்படும் நில நடுக்கம்
walking stick	-	நடைக்குச்சி
wallerian degeneration	-	வலீரியன் நசிவு நிலை
warehouse	-	பண்டசாலை
warning colour	-	எச்சரிக்கை நிறம்
water chamber	-	நீர்த்தேக்கி
water gel explosive	-	நீர்க்கூட்டு வெடி மருந்து
water tube boiler	-	நீர்க்குழாய்க் கொதிகலன்
water vapour	-	வளிமண்டல நீராவி
water vascular system	-	நீர்ச் சுழற்சி மண்டலம்
weak pseudo potential	-	வலிவற்ற போலி மின்னழுத்தம்
western hour angle	-	மேற்கு முக நேரக்கோணம்
wheel tractor craper	-	சக்கர இழுவை நிலஞ்செதுக்கி
white lead	-	காரீய வெள்ளை
wood fibre	-	கட்டை நார்
wood screw	-	மரத்திருகு
world acceleration	-	உலக முடுக்கம்
world line	-	உலகக்கோடு
world velocity	-	உலகத் திசைவேகம்
xerography	-	நகல் வரைவு
xylem	-	சல்லடைத் திசு
yellow vein mosaic	-	மஞ்சள் நரம்புத் தேமல் நோய்
yield stress	-	இணங்கு தகவு
zero sound	-	சுழி ஒலி
zygote	-	கரு முட்டை

hemamala - akaram